

1. amorinópolis 53B4

Calcita

- Faz. água emendada 43km de amorinópolis

Diamante

- Faz. Jacuba, 6,2km NW de amorinópolis
- Rib. sta. maria 11,2km de amorinópolis
- Corr. balbino 3,2km de amorinópolis
- Corr. taquari 16,2km NE de amorinópolis

2. Arenópolis 53B4

diamante

- r. caiapó, gar. Faz. carreirão Arenópolis
- r. caiapó gar. Cotovelo
- r. caiapó gar. Aristides
- r. caiapó gar. praia rica
- r. caiapó João Manuel
- r. caiapó gar. Manchão grande
- r. bonito

3. Assunção de Goiás

Cristal de rocha

- Cerca de 5km SE Assunção de Goiás

4. Anicuns 53C4

Turmalina preta

- Nascente córrego papuda Anicuns
- Faz. Jaraguazinho, 6,5km SE de anicuns

5. Aragarças 53 A3

diamante

- r. araguaia gar. Do macaquinho
- r. araguaia gar. Do cracaja
- Aragarças

6. Aurilândia 53B4

diamante

- r. são domingos, gar. São domingos

7. Altoparaíso 52 D3

Cristal de rocha

Prox. A vila São Jorge

12km a leste da vila São Jorge

1,5km a norte de alto paraíso de goiás

8. Baliza 53 A4

diamante

r. araguaia gar. Manchão do gregório

r. araguaia gar. Da lua

Leste de baliza

r. araguaia gar. Manchão das perdizes

r. araguaia -- barra das perdizes

r. araguaia gar. De praia rica

r. araguaia gar. Do pacu

r. araguaia gar. Do careca

9. Colinas do sul 52 D3

Colinas do sul

10. Cavalcante 52 D2

SW de arai

Norte da arai

raizama

Diamante

Água marinha e berilo dourado

r. tocantinzinho

11. Campoalegre de goiás 53D4

diamante

Rib. pirapitinga

● **12.Cristalina** **53D4**

Cristal de rocha

Resfriado, cerca de 36km SW de cristalina

Resfriado, cerca de 36km SW de cristalina

Ribeirão dos topázios

Pau de óleo, cerca de 12km SW de cristalina

Cabeceiras do rib. Das lajes

Cabec. Do rib. São pedro

Morro do padre 14km Se de cristalina

Piscamba, cerca de 15km a leste de cristalina

Cerca de 43km SE de cristalina

Citrino

Serra velha, cerca de 5km a SW de cristalina

● **13.cocalzinho** **53 C3**

Cristal de rocha

Ribeirão porte alta

● **14.corumbaíba** **53 C5**

diamante

Cerca de 7,5 km sw de corumbaíba

Serra água branca

● **15.Ceres** **53C3**

Turmalina preta

Serra da figueira

● **16.Camposverdes**

* CAVALHEIRO (?)

2 17. Caiapônia 53B4

Diamante
Ribeirão boa vista
r. caiapó faz. Do ico
r. caiapó, faz. caiapó
25km NE caiapônia, r. bonito
r. bonito

18. Camposbelos 52D2

Cristal de rocha
W de campos belos

19. Cromínia 53C4

Cristal de rocha
Margem esquerda do cór. Sta. bárbara

3 20. Calapônia 53B4

21. campinaçu 52C2

Granzada
3km s sul de canalina

22. Caçu 53B

diamante
r. verde

23. Davinópolis 53 D5

diamante
r. paranaíba

24. Edéia 53C4

Cerca de 17km a SE de Edeia

diamante
Faz. nova
Cór. Do garrafão

diamante
Cór. margarida

Turmalina preta
5km NW de Goiás

diamante
r. verissimo

diamante
r.claro,poço seco
Barra do ribeirão do brumado

TELEX

diamante

Cerca de 13,5km sw Ipameri

33.Ivolândia 53B4

diamante

r. sto. Antonio, gar. Alto da boa' vista

Córr. Enganado

Barra do córr. palmital

Córr. Das antas

34.Itumbiara 53C5

diamante

r. meia ponta

35.jussara 53B3

diamante

r.claro próx. A Britânia

36.Jandaia 53B4

calcita

Faz. Lageado, margem direita do córrego barreirinho

ágata

jandaia

diamante

r. preto

37.Jataí 53B4

diamante

r. claro

r. verdinho

r. verde

r.claro

Córrego jataí

Córrego lajeado

● **38.jaupaci**

53B4

diamante
r.claro, gar. Pau ferro
r.claro,gar. funilinho
r.claro
r.domingos ou pilões

● **39.Maurilândia**

53B4

diamante
r.verdão

● **40.Mineiros**

53A4

diamante
r. diamantino conflu. C/ araguaia
Ribeirão capivara

● **41.minaçu**

52C2

granzada
Garimpo da mateira

Agua marinha e heliodoro
Cerca de 12,5km SW de minaçu
Serra da mesa

Granada
Pela ema

● **42.Montealegredegoias**

52D2

Turmalina preta
11,5km SW de monte alegre

granada
10km SW de monte alegre

● **43.Mossâmedes**

53B4

diamante

Cabeceira do cór. Caetano N de Mossâmedes

4km a SW de mossâmedes

Córrego fundo

r. fartura

● **44.Montesclaros de golás 53B3 ?**

diamante

s.sebastião do rio claro

● **45.Montividiudonorte 52C2**

Turmalina verde e bicolor

9,5km a oeste de montividu do norte

● **46.Mararosa 52C2**

● **47.Novaaurora 53C5**

diamante

Aprox. 6km a NW Minaçu

● **48.Niquelândia 52C3**

morionFaz. Meia ponte,36km de coinas de Goiás

Cristal de rocha

r. tocantinzinho

Rib. Da conceição

Nw de água fria

Cristal de rocha

Banca do r. maranhão

Serra do negro antonio

Nasc.do cór. Faz. seca

20km NE de quebra linha

Estrada niquelândia - anápolis

Crisoprásio

Cerca de 22,5km ao norte de niquelândia

Cerca de 16km ao norte de Niquelândia
9,5km ao n de Niquelândia

diamante

r. tocanzinho

Niquelândia

Gar. Cascalho branco 10km de niquelândia

Gar. Pau torto, 10km de niquelândia

● 49. Porangatu

52C2

● 50. pirenópolis

53 C3

• Serra do murgulho

Cristal de rocha

Dois irmãos

rocha de corrediça / g. Sica

● 51. paraúna

53B4

Opala

Aprox. 3,6km de paraúna SW

● 52. Piranhas

53 B4

diamante

Gar. Bom sucesso

r. piranhas

r. piranhas ao norte de piranhas

r. piranhas garimpo água limpa

● 53. Pdebernardo

53C3

Calcita

Faz. colônia

● 54. Posse

52D2

diamante

Corrego garretinho
Cór. Das éguas
r. piracanjuba, 29km a SE de Posse

● **55.Quirinópolis 53B5**

diamante
Cerca de 5km SE Quirinópolis

● **56.r.verde 53B4**

diamante
Córrego queimado

● **57.s.migueloaraguaia 52B2**

Cristal de rocha
Aprox. 20km NE de são miguel

● **58.Sítiodaabadia**

diamante
r. corrente, cerca de 15km SE sítio da abadía

● **59.Stoantoniodabarra 53B4**

Calcendônia(ágata)
5km de sto. Antonio da barra

Calcendônia(ágata)
diamante
5km de sto. Antonio da barra

● **60.Sta.rita do araguaia 53A4**

diamante
rio araguaia - 35km sta.rita do araguaia

* 1 umalino prec
 * diamante
 * cristal
 * ágata
 * esmeralda
 * látila
 * opala

1	1. Anicuns	53C4	82 Km	→ (2°)	umalino preto
8	2. Aurilândia	53B4	156 Km	→ (8°)	diamante
	3. Cavalcante	52 D2			
	4. Ceres	53C3			
2	5. Crominia	53C4	77 Km	→ (1°)	cristal de rocha
3	6. Edéia	53C4	128 Km	→ (6°)	ágata
	7. faz. nova	53B4			
	8. Faina	53B3			
	9. goianésia	53C3			
9	10. Goiás	53B3	135 Km	→ (7°)	umalino preto
	11. Ipameri	53C4			
5	12. Itaberaí	53C4	98 Km	→ (3°)	esmeralda
	13. Ipameri	53 C4			
	14. Ivolândia	53B4			
4	15. Jandaia	53B4	123 Km	→ (5°)	látila / ágata / diamante
	16. munaçu	52C2			
7	17. Mossâmemes	53B4	162 Km	→ (10°)	diamante
	18. Niquelândia	52 C3			
6	19. pirenópolis	53 C3	111 Km	→ (4°)	esmeralda / cristal
10	20. paraúna	53B4	159 Km	→ (9°)	opala
	21. Piranhas	53 B4			
	22. Stoantoniodabarra	53B4			

1. Anicuns 53C4

Turmalina preta

- Nascente córrego papuda Anicuns
- Faz. Jaraguazinho, 6,5km SE de anicuns

2. Aurilândia 53B4
diamante

- r.são domingos, gar. São domingos

3. Cavalcante 52 D2

SW de arai

Norte da arai

raizama

Diamante

Água marinha e berilo dourado

r. tocantinzinho

4. Ceres 53C3

Turmalina preta

Serra da figueira

5. Cromínia 53C4

Cristal de rocha

Margem esquerda do cór. Sta. bárbara

6. Edéia 53C4

Agata

Cerca de 17km a SE de Edéia

7. faz.nova 53B4

diamante

Faz. nova

Cór. Do garrafão

8. Faina 53B3

esmeralda

8,5km SW de fama

Fama

gortanesta 53C3

diamante
Cór. margarida

10. Goiás 53B3

Turmalina preta
5km NW de Goiás

11. Ipameri 53C4

Turmalina preta
5km NW de Goiás

12. Itaberaí 53C4

esmeralda
Faz. Lage Itaberaí

13. Ipameri 53 C4

diamante
Cerca de 13,5km sw Ipameri

14. Ivolândia 53B4

diamante
r. sto. Antonio, gar Alto da boa vista
Cór. Enganado
Barra do cór. palmital
Cór. Das antas

15. Jandaia 53B4

calcita
Faz Lageado, margem direita do córrego barretinho

agata
jandaia
diamante
r. preto

16.minaçu

52C2

granizada

Garimpo da mateira

Agua marinha e heliodoro

Cerca de 12,5km SW de minaçu

Serra da mesa

Granada

Pela ema

17.Mossâmedes

53B4

diamante

Cabeceira do cór. Caetano N de Mossâmedes

4km a SW de mossâmedes

Córrego fundo

r. fartura

18.Niquelândia

52 C3

morionFaz. Meia ponte,36km de coinas de Goiás

Cristal de rocha

r. tocanzinho

Rib. Da conceição

Nw de água fria

Cristal de rocha

Banca do r. maranhão

Serra do negro antonio

Nasc.do cór. Faz. seca

20km NE de quebra linha

Estrada niquelândia - anápolis

Crisoprásio

Cerca de 22,5km ao norte de niquelândia

Cerca de 16km ao norte de Niquelândia

9,5km ao n de Niquelândia

diamante

r. tocanzinho

Niquelândia

Gar. Cascalho branco 10km de niquelândia

Gar. Pau torto, 10km de niquelândia

19 pirenópolis 53 C3

esmeralda
12km NW pirenópolis Pirenópolis
Cristal de rocha
Dois irmãos
20. paraúna 53B4

Opala
Aprox. 3,6km de paraúna

21. Piranhas 53 B4

diamante
Gar. Bom sucesso
r. piranhas
r. piranhas ao norte de piranhas
r. piranhas garimpo água limpa

22. Stoantoniodabarra 53B4

Calcendônia(ágata)
5km de sto. Antonio da barra

Calcendônia(ágata)
diamante
5km de sto. Antonio da barra

164

TELEX

• 61. Saosimão 53 B5

diamante
matéria

• 62. Stahelenadegoias 53B4

diamante
Cór. Das traíras

• 63. Três ranchos 53D5

diamante
Cerca de 2,5km NW de três ranchos
Faz. Lagoinha – 4,5km NW de três ranchos

• 64. Teresinadegoias 52D2

31km NE de teresina de Goiás Teresina de goias

Berilo dourado e amazonita

Gar. Do antonio serra branca

Heliodoro e água marinha

Gar. Cobra – serra branca

Amazonita – topázio incolor

Serra branca

Topázio azul e berilo dourado

Pegmatito buriti – serra da mesa/ minaçu

Água marinha e ametista

Garimpo manchão velho – serra da mesa

65. Trombas 2

Turmalina verde e rosa

Confluência do cór. Das pedras c/ rio capivara

Diamante

Cristal de rocha

Ametista

Serra das caldas

Corr. da serra

Serra de santa rita

Esmeralda

Pela ema

Faz. lage

8,5km SW de faina

12km NW pirenópolis

Gar. Sta. terezinha

2km SW de Porangatu

Faz. Bom Jesus, cerca de 15km SW de mara Rosa

Turmalina preta

Nasc.do rib.santa familia

Turmalina verde e azul

Córr. Próx ao pov. De canalina

Berilo dourado

Fluorita

Ser.branca

Itaberal

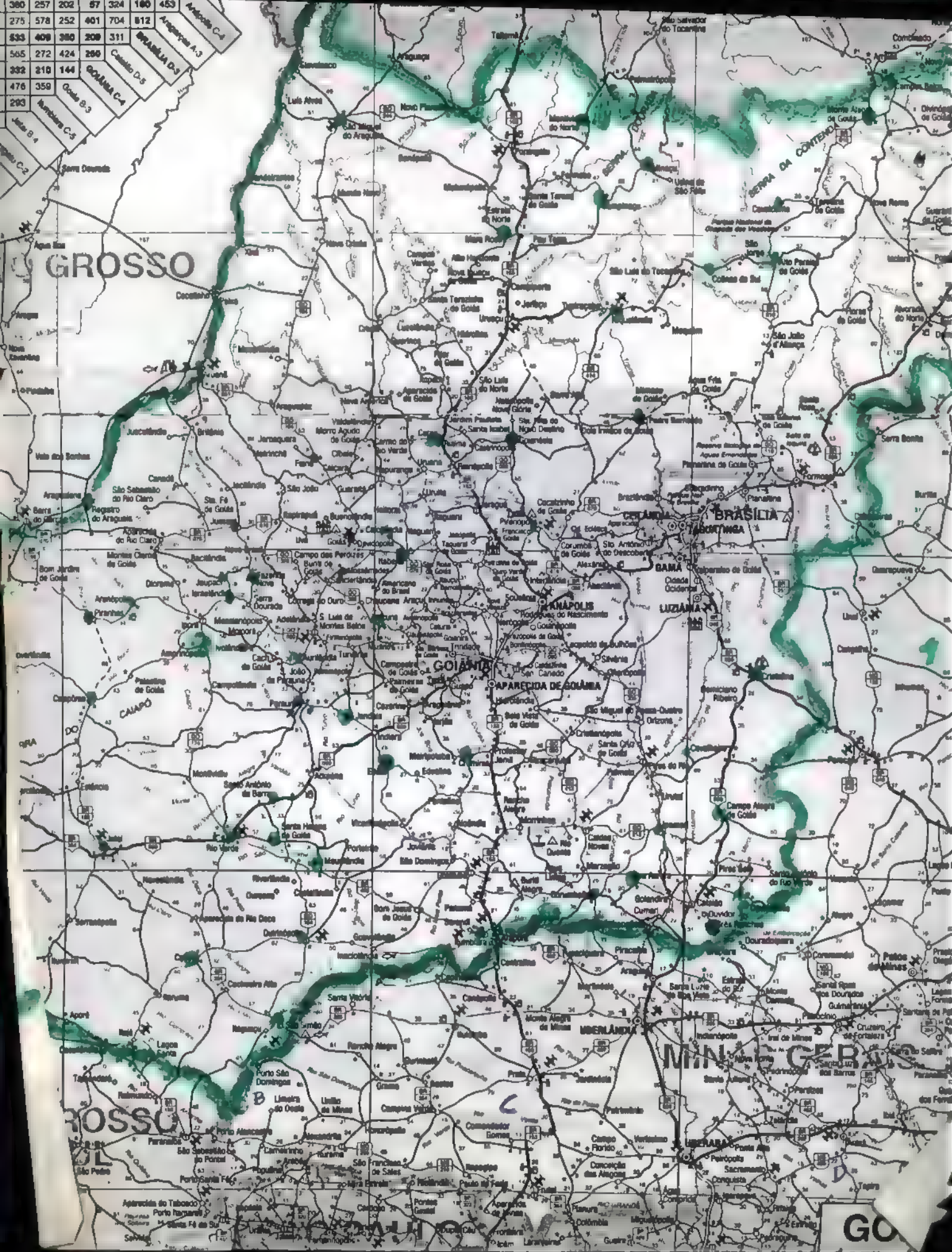
Fama

Pirenópolis

Campos verdes

Porangatu

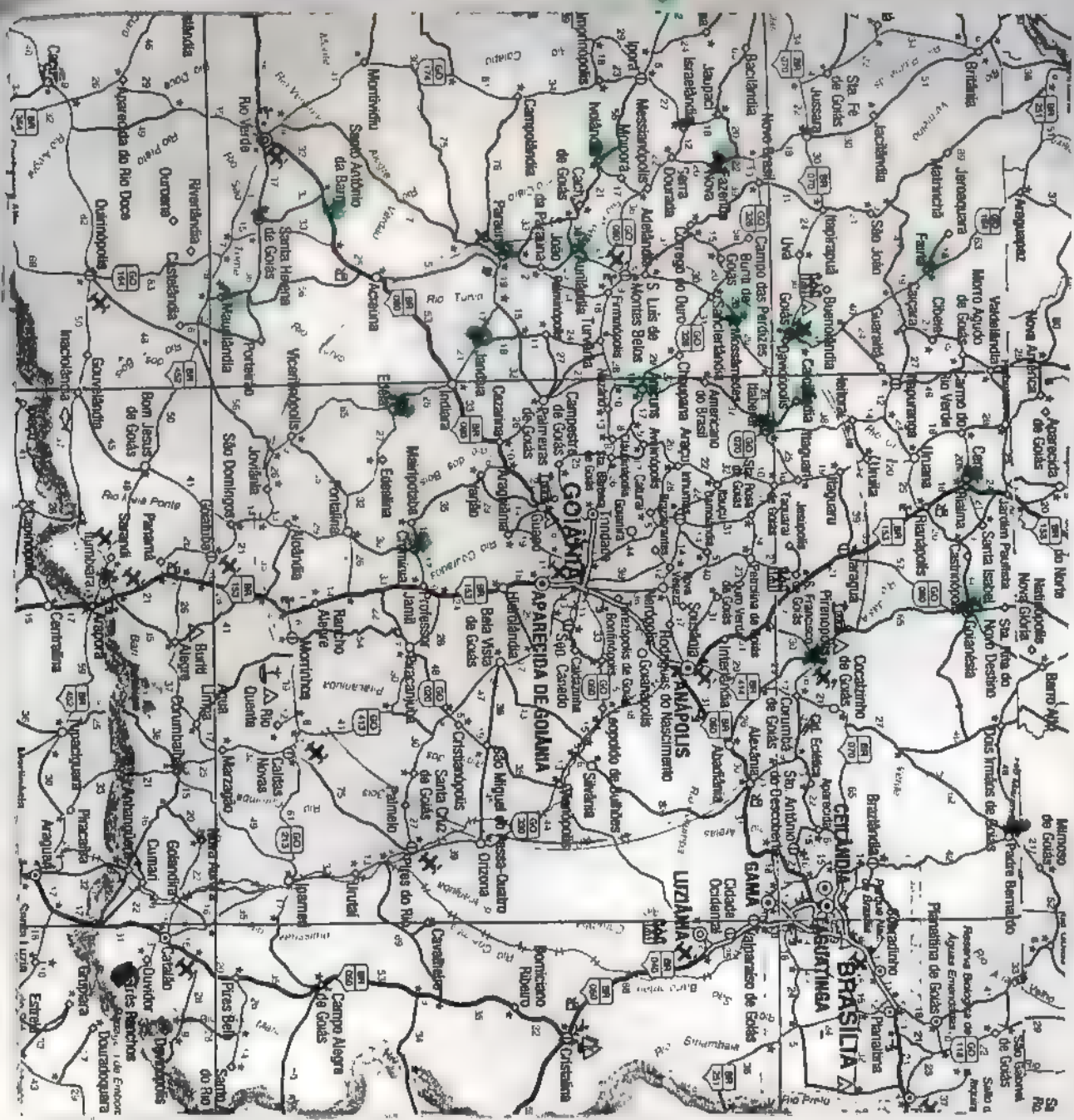
Mara rosa



B

C

D



5

4

3

TOPOGRAFIA

1. Introdução

Definições :

Etimologicamente a palavra topografia é formada pelos radicais gregos *topos* = lugar e *graphein* = descrever, então :

topografia = descrição do lugar

A partir dessa definição etimológica pode-se chegar a definições mais elaboradas como .

" A topografia é a ciência aplicada cujo objetivo é representar, no papel, a configuração de uma porção de terreno com as benfeitorias que estão em sua superfície." (BORGES, Alberto Campos)

ou

" A topografia tem por finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da esfericidade terrestre " (ESPARTEL, Lélis)

1.1 Origem (Extraído de ESPARTEL, Lélis - Curso de Topografia)

Existem registros de que os egípcios, os gregos, os árabes e os romanos utilizavam instrumentos e processos primitivos para descrever, delimitar e avaliar propriedades rurais. Essa topografia inicialmente conhecida como geometria aplicada tinha como principal finalidade a geração de mapas cadastrais e mapas militares.

Entretanto, apenas nos últimos séculos é que a topografia perdeu o seu caráter empírico, atribuindo-se como ciência graças ao desenvolvimento notável que tiveram principalmente as :

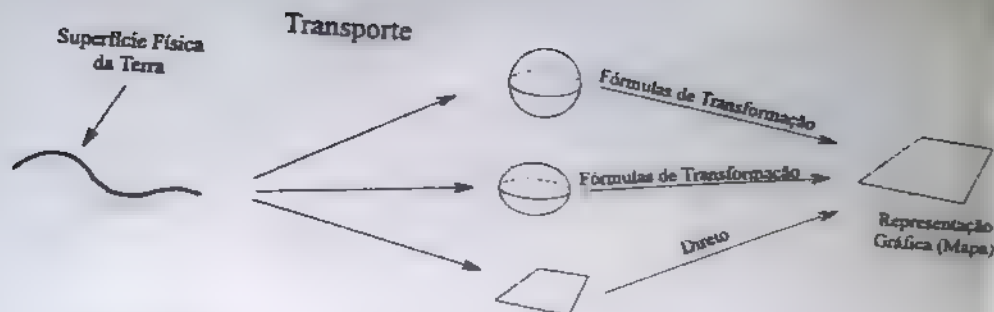
A primeira carta executada com estilo e técnicas próprias é devida ao cartógrafo italiano Cassini que compilou a Carta de França, publicada no início do século XIX pela Academia Francesa.

Com o aperfeiçoamento da mecânica de precisão introduzidos nos instrumentos topográficos, devido principalmente aos estudos do engenheiro suíço Henrique Wild, do geodesta italiano Ignazio Porro, de Carl Zeiss, Pulfrich, Orel, da importante Casa Zeiss, entre tantos outros, contribuíram eficientemente para o progresso crescente da aplicação dos métodos desenvolvidos pela Topografia.

Os progressos realizados na parte óptica dos instrumentos, devidos a Kepler (1600), Porro, Zeiss, Wild e outros; na medida direta de distâncias devidas a Porro, Bessel, Jäderin, na leitura de ângulos, devidas a Vernier e P. Nonius, Bauerfeind, Zeiss, Wild, nos levantamentos topográficos devidos a Pothénot, Snellius, Hansen, na avaliação mecânica das áreas, devidas aos aparelhos Amssler, Coradi, Galileo e outros, deram à Topografia o valor que realmente tem como ciência e como técnica no levantamento topométrico preciso do terreno e na representação gráfica equivalente, servindo como apoio de qualquer trabalho de Engenharia e Agrimensura.

1.2 - Limites da Topografia.

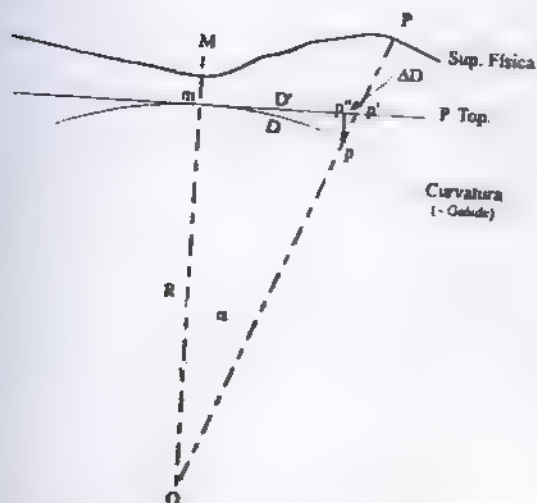
A Terra é um corpo irregular cuja forma é aproximadamente esférica. O Geóide é definido como uma superfície que representaria o nível médio dos mares e que se prolongaria sobre os continentes. Baseados nesta definição alguns simplificam a forma da Terra e a confundem com a do geóide. Para finalidades de levantamento e representação gráfica dos elementos da sua superfície é necessário uma descrição matemática desta mesma superfície, contudo a Terra real e o geóide não tem uma definição geométrica por serem sabidamente irregulares. Deste modo é necessário a utilização de modelos que a descrevam o mais fielmente possível.



Em topografia o modelo que interessa é o modelo plano uma vez que a área abrangida por este tipo de levantamento é considerada pequena além da vantagem da transposição direta dos dados de campo para o plano do papel, todavia é necessário se estabelecer até que distância essa simplificação pode ser considerada

a) Limite planimétrico

Na figura abaixo é representado esquematicamente um trecho da superfície da Terra



Da figura

MO - reta que passa pelo centro do plano topográfico e pelo centro da Terra.

P - ponto genérico na superfície da Terra.

p e p' - projeção do ponto P, segundo a vertical (linha de prumo) no geóide e no plano topográfico respectivamente.

p'' - projeção do ponto p no plano topográfico segundo uma direção ortogonal a esse plano e paralela a direção MO

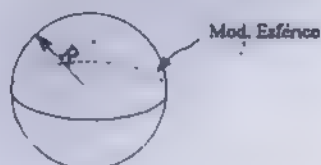
D e D' - distância entre o centro do plano topográfico e as projeções do ponto P respectivamente no plano topográfico (p') e no geóide (p).

m'' - erro na distância quando não se considera a curvatura da Terra (AD)

Dependendo da área que se deseja mapear e da escala de representação pode-se trabalhar com três modelos geométricos hipotéticos:

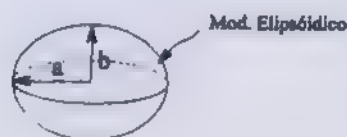
Modelo Esférico - quando se deseja representar a Terra toda ou uma grande superfície dela em escalas pequenas (abaixo de 1:1.000.000) ou quando o rigor geométrico do mapa não for importante.

R - raio médio da Terra

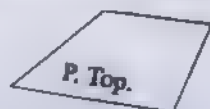


Modelo Elipsoidal - quando se deseja representar parte da superfície da Terra em escalas médias (entre 1:1.000.000 e 1:250.000) e é necessário considerar o ligeiro achatamento nos Pólos que ela possui.

a - semi-eixo maior
b - semi-eixo menor



Modelo Plano ou Topográfico - quando se deseja representar uma pequena superfície da Terra e o negligenciamento da curvatura não acarreta em erro significativo. As escalas dos mapas topográficos variam em geral entre 1:10.000 a 1:100.



Em qualquer uma dos casos o levantamento é feito na superfície física da Terra com maior ou menor grau de precisão e transportados ao modelo hipotético e deste ao mapa (papel).

Quando se desenha, existe um limite para a redução do real para o representado (desenhado). Este limite é estabelecido pela espessura do traço mais fino que se consegue fazer. Isto significa dizer que se a dimensão de um objeto ao se aplicar a escala for inferior a espessura do traço, ele não pode ser representado em escala. Ao se omitir a dimensão reduzida em escala na representação, acaba-se por cometer um erro. Este erro é conhecido como erro gráfico. Alguns autores estabelecem para o erro gráfico o valor 0,1 mm.

Seguindo-se esse raciocínio, pode-se deduzir que se o erro cometido ao se ignorar a curvatura terrestre não puder ser representado graficamente, porque é inferior ao erro gráfico, então ele não é significativo. Adotando um raio médio para a Terra igual a $R = 6.370 \text{ Km}$, trabalhando-se no limite, ou seja, erro de curvatura igual ao erro gráfico, e aplicando-se a equação (2), pode-se gerar a seguinte tabela:

ESCALA	DISTÂNCIA (Km)
1:5 000	39,3
1:10 000	49,56
1:20 000	62,44

Esta tabela nos mostra que se a escala final do trabalho de levantamento for de 1:5.000 pode-se para finalidades de topografia considerar a Terra plana dentro de um raio de abrangência de até 39,3 Km uma vez que o erro não será visível no desenho final.

Uma outra forma de se determinar os limites é através do cálculo do erro relativo. Entende-se por erro relativo a relação entre o erro absoluto e a distância total medida e por erro absoluto a diferença entre a distância real e a distância medida. Por exemplo, suponha que foi medida uma distância de 1 000,00 m (distância real) obtendo-se 998,00 m. Então o erro absoluto é igual a 2 m, isto é:

$$E_{\text{ABS}} = 1.000,00 - 998,00 \Rightarrow E_{\text{ABS}} = 2,00 \text{ m}$$

O erro relativo nesse caso é:

$$E_{\text{REL}} = \frac{2,00}{1.000,00} \Rightarrow E_{\text{REL}} = \frac{1}{500}$$

No caso do erro provocado pela negligenciamento da curvatura terrestre, pode-se fazer a correlação :

$$E_{ABS} = D - D' \text{ (erro absoluto)} \quad e \quad E_{REL} = E_{ABS}/D \text{ (erro relativo)}$$

onde : D = distância sobre a superfície curva

D' = distância planificada (sobre o plano topográfico)

Adotando-se um raio $R = 6.370 \text{ Km}$ e fazendo α variar , através das equações

$$D' = R \operatorname{tg} \alpha \quad e \quad D = R \alpha$$

obtem-se a seguinte tabela .

α (')	D (m)	D' (m)	ERRO	
			Absoluto (m)	Relativo
5	9 264,796	9 264,789	0,0065	1 : 1 400 000
10	18 529,631	18 529,579	0,0523	1 : 350 000
15	27 794,545	27 794,368	0,1764	1 : 160 000
20	37 059,576	37 059,159	0,4181	1 : 90 000
25	46 324,764	46 323,947	0,8166	1 : 60 000
30	55 590,148	55 588,737	1,4112	1 : 40 000

O erro relativo nos indica qual a precisão do levantamento topográfico, ou seja, um $E_{REL}=1:1.400\,000$ significa dizer que o erro cometido ao se medir uma distância é menor que ela em um milhão e quatrocentas mil vezes. Assim dependendo do instrumental e da técnica de levantamento, pode-se chegar a diferentes graus de precisão. É esse grau de precisão que vai limitar a área abrangida pelo levantamento. Por exemplo, se o levantamento topográfico tiver uma precisão de 1:160 000 o raio de abrangência fica limitado a aproximadamente 20 Km.

Em um levantamento topográfico a última operação é o desenho executado em uma escala apropriada. Entende-se por escala a relação entre o tamanho representado e o tamanho real.

$$E = \frac{d}{D}$$

onde: d = distância no desenho
 D = distância real no terreno

ou

$$E = \frac{1}{M}$$

onde: M = denominador da escala

Então uma escala $E = 1/1000$ (1 1000) significa dizer que a distância real foi reduzida mil vezes

O erro ΔD no terreno ao ser transposto para o papel sofre uma redução de escala que pode ser expressa pela seguinte equação :

$$E = \frac{\delta}{\Delta D} = \frac{1}{M}$$

onde: δ = erro no desenho por não considerar a curvatura terrestre
 ΔD = erro real por não considerar a curvatura terrestre

isolando ΔD na equação anterior e substituindo na equação (1), vem :

$$\Delta D = \delta M \quad \Rightarrow \quad \delta \cdot M = \frac{D^3}{3R^2}$$

isolando D , chega-se

$$D = \sqrt[3]{3 \cdot R^2 \cdot \delta M} \quad (2)$$

Observa-se na figura que quanto mais distante o ponto P estiver do centro do plano topográfico, maior será o erro ΔD provocado. Desta forma haverá uma distância em que esse erro será significativo. Para se estabelecer esta distância é necessário se estabelecer a relação matemática entre essas variáveis.

Da figura :

$$\Delta D = mp' - mp''$$

$$mp' = D \quad \text{e} \quad mp'' \equiv D' \quad (\text{se o ângulo } \alpha \text{ for pequeno})$$

Da trigonometria plana vem :

$$D' = R \operatorname{tg} \alpha \quad \text{e} \quad D = R \alpha \quad (\alpha \text{ expresso em radianos})$$

portanto

$$\Delta D = D - D' \Rightarrow \Delta D = R \operatorname{tg} \alpha - R \alpha \Rightarrow \Delta D = R (\operatorname{tg} \alpha - \alpha)$$

$$\text{para ângulos pequenos} \quad \operatorname{tg} \alpha = \alpha + \frac{\alpha^3}{3} \quad \dots$$

$$\Delta D = R \cdot \left(\alpha + \frac{\alpha^3}{3} - \alpha \right) \quad \dots \quad \Delta D = \frac{R \alpha^3}{3}$$

substituindo α por D/R , vem

$$\Delta D = \frac{R \left(\frac{D}{R} \right)^3}{3}$$

chega-se finalmente a

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \quad (1)$$

3 - Unidades de Medida em Topografia

Em topografia são efetuadas medidas lineares ou de distâncias, de áreas ou de superfície, volumétricas e angulares.

3.1 - Medidas Lineares.

As medidas lineares podem ser feitas por métodos diretos e indiretos

Diretos quando a grandeza é medida diretamente por intermédio de uma trena.

Indiretos quando o comprimento é medido através de uma outra grandeza, porém com uma relação conhecida. Por exemplo, medidas feitas com distanciômetros eletrônicos onde a distância é obtida pelo tempo de propagação de ondas eletromagnéticas ou a taqueometria que utiliza relações de triângulo.

Independentemente do método de obtenção a unidade de medida linear utilizada desde 1º de janeiro de 1874 no Brasil é o metro e os seus múltiplos. Entretanto existem estados brasileiros que até hoje utilizam o sistema antigo. A tabela abaixo, extraída de Espartel, explicita essas unidades e sua equivalência com o metro.

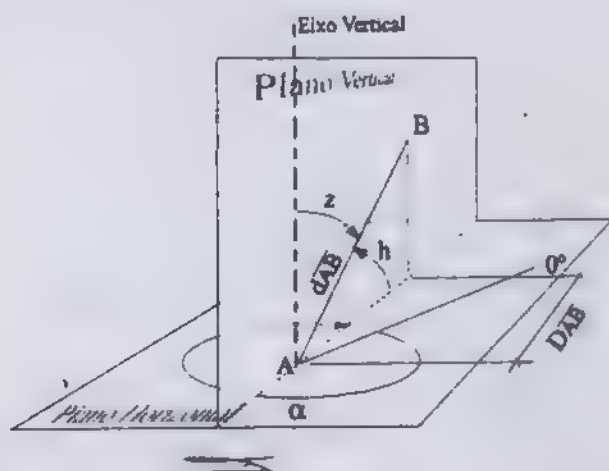
SISTEMA ANTIGO	VALOR	SISTEMA METRICO
1 linha	12 pontos	2,29 mm
1 polegada	12 linhas	2,75 cm
1 palmo	8 polegadas	0,32 m
1 vara	5 palmos	1,10 m
1 braça	2 varas	2,20 m
1 corda	15 braças	33,00 m
1 quadra	4 cordas	132,00 m
1 pé português	12 polegadas	0,33 m
1 côvado	2 pés em 3 palmos	0,66 m
1 passo geométrico	5 pés	1,65 m
1 toesa	3 côvados	1,98 m
1 quadra do Uruguai	30 braças	110,00 m
1 polegada inglesa		2,54 cm
1 pé inglês	12 polegadas inglesas	30,479 cm
1 jardas	3 pés ingleses	91,438 cm
1 quadra brasileira de sesmaria	60 braças	132,00 m

2. Divisão da Topografia.

A topografia pode ser dividida em topometria e topologia. A topometria se ocupa em estudar os métodos de medidas da superfície terrestre compreendida no plano topográfico. Estes métodos são baseados na geometria aplicada. A topologia se ocupa no estudo das formas exteriores da superfície terrestre e nas leis que regem o seu modelamento. A sua aplicação principal é na representação gráfica do terreno.

A topometria é ainda subdividida em planimetria e altimetria.

- planimetria - as medidas lineares e angulares são executadas no plano horizontal, obtendo-se distâncias horizontais e ângulos azimutais;
- altimetria - as medidas lineares e angulares são executadas no plano vertical, obtendo-se distâncias verticais e ângulos zenitais.



Onde: A e B - pontos na superfície terrestre.

- d^{AB} - distância inclinada entre os pontos A e B;
- D^{AB} - distância horizontal entre os pontos A e B;
- α - ângulo horizontal medido a partir de uma origem arbitrária;
- h - ângulo vertical medido;
- z - ângulo zenital medido.

É necessário também se levar em consideração o efeito da refração atmosférica que minimiza este erro. A fórmula acima com o efeito da refração adquire o seguinte aspecto

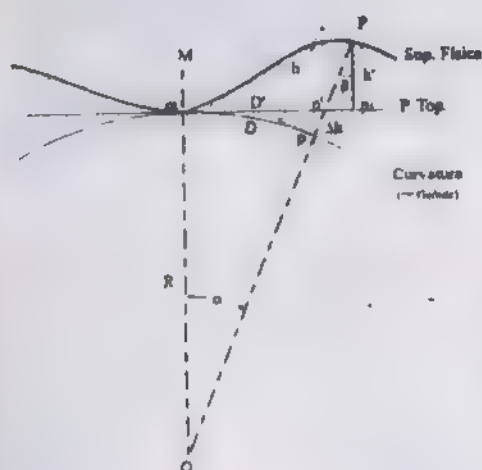
$$\Delta h = 0,85 \frac{D'^2}{2R}$$

Para efeito de estudo pode-se elaborar a seguinte tabela, a qual é similar a da planimetria

D'(m)	Δh (m)
100	0,001
200	0,003
300	0,017
1000	0,067
2000	0,267
3000	0,600
4000	1,066
5000	1,666
6000	2,399

Observa-se que a velocidade com que o erro de esfericidade aumenta é muito maior que o erro na distância (planimétrico), e que por essa razão, o limite para se considerar a Terra plana é muito menor. Existem na tabela alguns valores para o erro muito superior ao admissível. Isto nos leva a ter de, dependendo da distância, considerar a curvatura.

b) Limite altimétrico



Da figura :

h - altura do ponto P considerando a curvatura.

h' - altura do ponto P em relação ao plano topográfico.

Considerando que o ângulo β é muito pequeno, a diferença entre as duas alturas é o erro na altura devido a esfericidade terrestre.

$$\Delta h = h - h'$$

O erro de esfericidade pode ser calculado aplicando-se o Teorema de Pitágoras ao triângulo Omp' .

$$Op'^2 = Om^2 + mp'^2 \Rightarrow (R + \Delta h)^2 = R^2 + D'^2 \Rightarrow R^2 + 2R\Delta h + \Delta h^2 = R^2 + D'^2$$

$$\text{Obs.: } R = OP \text{ e } \Delta h = pp'$$

Pondo em evidência Δh , vem .

$$\Delta h \cdot (2R + \Delta h) = D'^2$$

considerando que o raio da Terra é da ordem de 6.370.000 m e que o valor de Δh dentro do parentesis é neste caso desprezível, chega-se finalmente a :

$$\Delta h = \frac{D'^2}{2R}$$

$$\alpha^{\circ} = \frac{67,27345^{\circ} \times 360^{\circ}}{400^{\circ}} \quad \therefore \quad \alpha^{\circ} = 60,546105^{\circ}$$

Calculado o ângulo é necessário colocá-lo na forma abituál ou seja graus , minutos e segundos ($1^{\circ} = 60'$ e $1' = 60''$).

Então :

$$\alpha = 60^{\circ} (0,5461050 \times 60)' \Rightarrow \alpha = 60^{\circ} 32,7663' \Rightarrow \alpha = 60^{\circ} 32' (0,7663 \times 60)''$$

$$\alpha = 60^{\circ} 32' 45,98'' \text{ (60 graus, 32 minutos e 45,98 segundos)}$$

Obs. : Observa-se que a decimalização do grado é uma questão apenas de correr a virgula já no caso do grau a sexigemalização do grau envolve a conversão do sistema decimal em sexagesimal

d) Converter $\alpha = 213^{\circ} 24' 52,23''$ em graus decimais.

$$\alpha = 213^{\circ} 24' + (52,23 / 60)' \Rightarrow \alpha = 213^{\circ} 24,8705' \Rightarrow \alpha = 213^{\circ} + (24,8705 / 60)^{\circ}$$

$$\alpha = 213,414508333^{\circ}$$

e) Converter $\alpha = 125,67894^{\circ}$ em graus, minutos e segundos.

$$\alpha = 125^{\circ} (0,67894 \times 60)' \Rightarrow \alpha = 125^{\circ} 40,7364' \Rightarrow \alpha = 125^{\circ} 40' (0,7364 \times 60)''$$

$$\alpha = 125^{\circ} 40' 44,184'' \text{ (125 graus, 40 minutos e 44,184 segundos)}$$

A divisão sexagesimal (grau) é muito difundida e antiga, sendo conhecida dos caldeus, egípcios, persa, chineses, etc, dada a propriedade de o hexágono se inscrever exatamente no círculo e também pela sua relação com o tempo. Por essa razão a maioria dos aparelhos de topografia utilizam esse sistema de divisão da circunferência como unidade de medida angular.

O grau muito aceito pelos povos europeus, tem origem na Primeira República Francesa, e sua utilização é muito cômoda e prática, todavia no Brasil, é raro encontrar-se equipamentos com esse sistema de medida.

3.4.1 Transformação de grau em grado e vice-versa.

Exemplos

a) Dado um ângulo $\alpha = 39^\circ$ transformá-lo para grados.

A solução é obtida através de um regra de três simples, ou seja :

$$39^\circ - 360^\circ$$

$$\alpha^\circ - 400^\circ$$

$$\alpha^\circ = \frac{39^\circ \times 400^\circ}{360^\circ} \quad \therefore \alpha^\circ = 43,33333 \dots^\circ$$

ou

$$\alpha^\circ = 43^\circ 33' 33'' \text{ (43 grados, 33 minutos e 33 segundos)}$$

b) Dado um ângulo $\alpha = 67^\circ 27' 34,5''$ transformá-lo para graus.

Inicialmente é necessário decimalizar o ângulo dado em grados ($1^\circ = 100''$ e $1' = 100''$)

$$\alpha = 67^\circ 27' + (34,5 / 100)'' \quad \Rightarrow \quad \alpha = 67^\circ + (27,345 / 100)^\circ \quad \Rightarrow \quad \alpha = 67,27345^\circ$$

Então

$$\alpha^\circ - 360^\circ$$

$$67,27345^\circ - 400^\circ$$

No segundo tipo a circunferência é dividida em 400 partes iguais e cada uma delas vale 1' (1 grau). Cada grau é subdividido em 100 partes que valem 1" (um minuto de grau) e cada minuto de grau é subdividido em 100 partes que valem 1''' (um segundo de grau). Deste modo

$$1^\circ = 60', \quad 1' = 60''$$

No primeiro tipo a circunferência é dividida em 360 partes iguais e cada uma delas vale 1° (um grau). Cada grau é subdividido em 60 partes que valem 1' (um minuto) e cada minuto é subdividido em 60 partes que valem 1'' (um segundo). Desta forma

Existem dois tipos principais de divisão de arcos utilizados para medidas angulares, o grau que é um sistema sexagesimal e o grau que é um sistema centesimal

3.4. Medidas Angulares.

A unidade de medida volumétrica é o metro cúbico m³

3.3 Medidas de Volume

SISTEMA ANTIGO	VALOR	SISTEMA METRICO
1 covello de vinho (légua de 6,600 m)	1 légua de fundo por 1/4 légua de fundo por	1.089,00 Ha
1 covello de campo	1 légua de fundo por 3 légua de fundo	13.068,00 Ha
1 covello de semente	60 légua de fundo por 1 légua de fundo	87,17 Ha
1 légua de semente	1 légua quadrada	4.356,00 Ha
1 légua quadrada	9 milhões quadradas	3.086.413,6 Ha
1 milhão quadradas	342.934,8	Ha
1 Alvo	4840 jarcas quadradas	4.046,86 m ²

SISTEMA ANTIGO	VALOR	SISTEMA MÉTRICO
1 milha brasileira	1000 braças	2.200,00 m
1 milha terrestre ou inglesa	1760 jardas	1.609,31 m
1 milha náutica	833,33 braças	1.833,33 m
1 milha marinha ou geográfica	841,75 braças	1.851,85 m
1 légua náutica	2.500 braças	5.500,00 m
1 légua marinha ou geográfica	3 milhas ou 2.525,25 braças	5.555,55 m
1 légua brasileira ou de sesmaria	3 000 braças	6.600,00 m

3.2. Medidas de Área ou de Superfície

A unidade de medida para superfície é o metro quadrado (m^2) ou o centiare (0,01 de are), que corresponde a um quadrado de 10 m de lado, ou sejam $100 m^2$. É muito utilizado o múltiplo dessas unidades como o Km^2 e o hectare que equivale a $10\,000 m^2$, que corresponde a área de um quadrado de 100 m de lado.

Não obstante serem essas as unidades oficiais, do mesmo modo que nas medidas lineares, é comum encontrar-se lugares onde ainda se utilizam o sistema antigo para designação de valores de superfícies. Na tabela abaixo extraída de Espartel estão listados esses valores.

SISTEMA ANTIGO	VALOR	SISTEMA MÉTRICO
1 palmo quadrado	64 polegadas quadradas	484,00 cm^2
1 vara quadrada	25 palmos quadrados	1,21 m^2
1 braça quadrada	4 varas quadradas	4,84 m^2
1 corda quadrada	255 braças quadradas	1 089,00 m^2
1 quadra quadrada	3 600 braças quadradas	17 424,00 m^2
1 jera	400 braças quadradas	0,1936 Ha
1 alqueire menor (Paulista)	5 000 braças quadradas	2,42 Ha
1 alqueire geográfico (Mineiro, Goiano)	10 000 braças quadradas	4,84 Ha
1 data de campo	526 500 braças quadradas	272,25 Ha
1 data de campo	1 125 000 braças quadradas	544,50 Ha

C. 100

605 m^2

3.4.1.1. Radiano

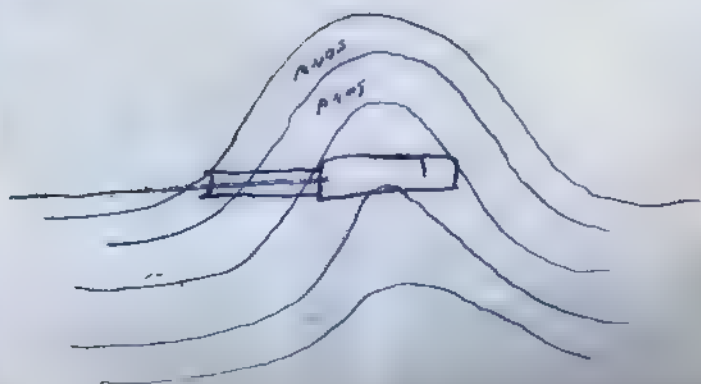
Por definição chama-se de radiano ao ângulo central que subtende um arco de comprimento igual ao do raio do círculo. Por ser uma unidade adimensional é útil na obtenção de distâncias retificadas.

Exemplo Qual o comprimento em metros de um segmento de arco com 10° pertencente a uma circunferência cujo raio é igual a 123 m.

Na geometria sabe-se que o comprimento da circunferência é igual a $2\pi R$ onde R é o raio da circunferência e $\pi \approx 3,141592654...$

$$\begin{aligned} \text{Então } 360^\circ &= 2\pi R & d &= \frac{2\pi \times 10^\circ}{360^\circ} 123 \Rightarrow d = 21,47 \text{ m} \\ 10^\circ &= d \end{aligned}$$

Observa-se que para obter a distância basta transformar o ângulo para radianos e multiplicar pelo raio do arco



102 | - A TERRA - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

2.1) IDADE DA TERRA: Entende-se por idade da Terra o tempo transcorrido desde que o nosso planeta possui uma massa e um volume semelhantes aos atuais. O cálculo da idade provável da Terra foi tentado em numerosas ocasiões e por diversos métodos. Os geólogos procuraram repetidamente avaliá-la baseando-se no estudo do ritmo dos processos geológicos; por exemplo, procuraram avaliá-la a partir do tempo necessário para que se depositassem as séries sedimentares conhecidas. Este método apresenta dois defeitos básicos: por um lado, a espessura de um determinado sedimento pode ter variado depois de sua formação, devido por exemplo a uma fase erosiva; por outro lado, a velocidade de formação dos sedimentos é muito variável.

Na atualidade os métodos de datação dos materiais terrestres baseia-se na radioatividade. A partir do descobrimento da mesma por Becquerel em 1895, sabe-se que certos elementos químicos, denominados radioativos, são instáveis e se desintegram espontaneamente e a um ritmo constante por emissão de partículas, até dar lugar a um produto estável final. A velocidade e o modo de desintegração dos elementos radioativos são característicos em cada um deles e podem ser determinados experimentalmente. A velocidade de desintegração de um elemento radioativo se expressa em função do seu período de semidesintegração ou de vida média, isto é, do tempo necessário para que o dito elemento reduza sua massa à metade pela transformação da outra metade em elemento estável final.

Conhecendo-se de uma amostra de rocha as quantidades do elemento radioativo que ela contém e a quantidade do seu produto estável final, bem como o período de semidesintegração de primeiro, pode-se facilmente calcular a idade da amostra de rocha através da fórmula:

$$t = \frac{P}{\ln 2} \times \ln \frac{P + p}{p}$$

Dr.

na qual "t" é o tempo de formação, "P" é o produto estável final de um elemento radioativo também expresso em gramas.

Foi mediante a aplicação dos métodos radioativos que se calculou que a idade da Terra, bem como dos demais planetas do sistema solar e dos meteoritos, alcança aproximadamente 4.000 milhões de anos. Não obstante, alguns estudos dão uma idade maior, próxima dos 5.300 ou 5.500 milhões de anos.

*Tabela dos principais métodos de determinação de idade radionétrica:

Isótopo pai	Vida-média (anos)	Isótopo filho	Minerais e rochas comumente datadas
Urânio-238	4,510 milhões	Chumbo-206	Zircão, Uraninita
Urânio-235	713 milhões	Chumbo-207	Zircão, Uraninita
Potássio-40	1,300 milhões	Argônio-40	Muscovita, Biotita, Hornblenda, Sanidina
Rubídio-87	47,000 milhões	Estrôncio-87	Muscovita, Biotita, Lepidolita, Microclina, Glaucônita

2.2) CONSTITUIÇÃO INTERNA DA TERRA :

A maior parte dos conhecimentos que se tem sobre o interior da Terra provém de meios indiretos. Na realidade, dos 6.300 Km que separam a superfície terrestre do seu núcleo, conseguiu-se perfurar pouco mais que 0,1% (cerca de 7 km). As rochas mais profundas conhecidas provém das erupções vulcânicas, sen que no entanto se possa afirmar a sua exata profundidade. Os bolsões magnéticos donde se originam as lavas não se encontram a profundidades superiores a 30 km.

As melhores informações sobre o interior da Terra são fruto do estudo da propagação das ondas sísmicas originadas pelos terremotos. Um terremoto transmite energia através da Terra na forma de ondas que são sentidas como tremores mesmo a uma distância considerável da origem. As vibrações da crosta são medidas com sismógrafos. Em um terremoto são produzidos três tipos de ondas sísmicas :

(a) ONDAS PRIMÁRIAS (P) - ondas longitudinais, de pequena amplitude, semelhantes às ondas sonoras. Quando estas ondas passam de uma camada de menor densidade para outra de maior densidade, a sua velocidade aumenta. Assim, desde que a densidade da Terra aumenta com a profundidade, a velocidade de propagação das ondas é mais acentuada. Porém, quando uma onda primária penetra numa camada líquida, sua velocidade diminui abruptamente e a onda sofre refração e reflexão. Esse fenómeno resulta numa região sobre a Terra em que não são recebidas estas ondas (zona de sombra); tal fato foi um dos fatores determinantes da descoberta de que o núcleo da Terra está em estado de fusão. As ondas "P" viajam em velocidades que variam entre 5,5 e 13,8 km/s.

(b) ONDAS SECUNDÁRIAS (S) - ondas transversais, de modo que cada partícula vibra transversalmente à propagação da onda. As ondas "S" não se propagam através de líquidos. Sua velocidade varia de 3,2 a 7,3 km/s.

(c) ONDAS LONGAS OU DE SUPERFÍCIE (L) - oscilações ou ondas de grande comprimento, as quais se propagam na crosta da Terra somente quando as ondas P e S a atingem. São ondas lentas, com velocidade entre 4 e 4,4 km/s.

Devido às diferentes velocidades e percursos, os três tipos de ondas chegam a um sismógrafo em tempos diversos e um simples registro, além de fornecer a localização exata do foco do terremoto, fornece dados da subsuperfície.

As velocidades mostram pronunciadas mudanças a certas profundidades no interior da Terra (Fig.). As principais estão a profundidades de: (a) 10 a 15 km, crosta; (b) 30 a 40 kms, descontinuidade de Mohorovicic; (c) 2.900 km, descontinuidade de Dahn. Estas descontinuidades significam que a Terra é constituída por uma série de capas concêntricas de materiais diferentes e, em cada uma delas, de física distinta ao redor de um núcleo (Fig.). Cada uma dessas capas tem uma condutividade diferente. Como as velocidades dependem das propriedades e das densidades dos materiais através dos quais passam as ondas, as mudanças de velocidades a diferentes profundidades são atribuídas a diferentes composições e densidades e, talvez, a diferentes estados, sobretudo no núcleo.

Fig.]

2.3) CONSTITUIÇÃO LITOLÓGICA DA CROSTA TERRESTRE:

A crosta terrestre é uma camada relativamente fina, com 20 a 30 kms de espessura em média, sendo mais espessa sob os continentes e mais fina sob os oceanos. Ela é constituída, pelo menos na porção superior, por rochas semelhantes às que afloram na superfície: Granitos, Migmatitos, Basaltos e rochas Sedimentares. Nas porções mais profundas ocorrem rochas escuras e mais pesadas: Diabásicas, rochas Ultrabásicas, etc. Nos continentes predominam os primeiros tipos de rochas e nas áreas oceânicas os segundos.

Estas rochas constituem blocos ou placas de maior ou menor espessura com um comportamento como o de flutuação sobre o substrato mais denso do manto, onde ficam mais ou menos mergulhadas, conforme suas espessuras e densidades médias. Assim, as altas montanhas, por serem constituídas de rochas mais leves e mais espessas, estão menos imersas no manto. Os fundos dos oceanos, por sua vez, são constituídos de rochas mais densas como os diabásicos que afundam mais no manto. Este princípio é denominado ISOSTASIA. Desta forma, a crosta terrestre é composta de várias partes ou placas que sobram e dan o manto. Até uns 250 milhões de anos atrás, a maior parte dos continentes estava unida num único. Entretanto, a partir dessa época os continentes começaram a se romper lentamente formando as "placas" ou blocos independentes, que, por sua vez, são arrastados por correntes que movimentam o manto rígido-viscoso. Nessa movimentação, existem zonas onde as placas estão se afastando uma das outras e que são preenchidas por novo material proveniente do interior do manto. Em determinadas zonas, as placas colidem produzindo deformações, resultando formação de fossas tectônicas, dobramentos de espessas camadas de sedimentos, falhamentos, formação de cordilheiras, etc. São as denominadas movimentações tectônicas.

A migração dos continentes continua lentamente e, hoje, por meio do raio "laser" e dos satélites artificiais, já está sendo possível determinar a velocidade e direção do deslocamento dos mesmos.

2.4) CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DA CROSTA TERRESTRE:

Para o cálculo da constituição química da crosta é necessário o conhecimento da composição e volume das diferentes rochas. Tenta-se realizar este balanço por vários meios. Clark e Washington, por exemplo, tiraram a média ponderada de numerosas análises de rochas e chegaram aos seguintes resultados:

*TABELA: COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CROSTA EM % SEGUNDO PESO E VOLUME -

Elemento químico	% segundo Peso	% segundo Volume
O	46,6	91,77
Si	27,7	0,80
Al	8,1	0,76
Fe	5,0	0,68
Ca	3,6	1,48
Na	2,8	1,60
K	2,6	2,14
Mg	2,1	0,56
TOTAL	98,5	99,79

Obs.: O restante para se completar 100% é representado pelos Elementos menores e Elementos traços, como: Ti, H, P, V, S, C, Cl, Rb, Ni, Cu, Au, U, Sn, etc.

* 2.5) CALOR INTERIO DA TERRA: GEOTERMIA

É fácil comprovar em minas e em sondagens que a temperatura dos materiais do interior da Terra aumenta com a profundidade. Em numerosos poços petrolíferos ela chega a 100°C a uns 4.000 m de profundidade. Por outro lado, as erupções vulcânicas levam à superfície terrestre materiais a elevadas temperaturas provenientes de zonas profundas.

A Geotermia é o ramo da Geofísica que estuda o regime térmico no interior da Terra, a distribuição das temperaturas na mesma, o fluxo de calor que as determina e a provável origem do calor terrestre.

Uma delgada camada da crosta terrestre, que raramente ultrapassa algumas dezenas de centímetros de espessura, caracteriza-se pelo facto de que suas temperaturas dependem da temperatura existente na superfície, pelo que mostram variações diurnas e estacionais. A influência da temperatura externa é menor à medida que se aprofunda, até chegar a um certo nível, denominado "nível neutro" ou "zona de temperaturas constantes", na qual a temperatura é constante e igual à média superficial do local. A profundidade em que se encontra o nível neutro em uma zona determinada varia entre 2 e 40 m e é tanto maior quanto mais elevado seja o clima na superfície. Outros fatores que influem na localização do nível neutro são a composição das rochas, suas características térmicas, seu teor de água, etc.

Abaixo do nível neutro a temperatura aumenta com a profundidade, embora tal aumento não seja uniforme.

Para o estudo do regime térmico das zonas do interior da Terra foram estabelecidas duas magnitudes, o "Grau Geotérmico", ou número de metros que se torna necessário aprofundar na Terra para que a temperatura aumente 1°C , e o "Gradiente Geotérmico", número de graus que a temperatura aumenta quando é atingida a profundidade de 100 metros. O Gradiente Geotérmico expressa o valor do aumento da temperatura com a profundidade.

Grau e Gradiente geotérmicos são grandezas que estão em razão inversa, pois quando o primeiro aumenta o segundo diminui e vice-versa. Nos níveis mais superficiais da crosta terrestre o valor médio do grau geotérmico é de uns 33 m, isto é, será necessário aprofundar-se esta distância para que a temperatura aumente 1°C . A este valor de grau corresponde um valor do gradiente geotérmico de $3^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Como já foi dito, estes valores médios só são aplicáveis a zonas mais exteriores da crosta, pois, a serem mantidos em toda a extensão do raio terrestre, as temperaturas seriam tão elevadas que os materiais de perfuração fundiriam e apenas algumas centenas de quilômetros (tendo-se em conta que o raio terrestre é de uns 6.367 km, se o gradiente geotérmico se mantivesse uniforme conforme o valor anteriormente mencionado, no centro da Terra as temperaturas se elevariam a cerca de 200.000°C , pelo que esta seria uma bola de fogo.

Presentemente, a maioria dos geofísicos admite que as temperaturas das zonas internas da Terra não ultrapassem uns poucos mil graus, no máximo 4.000 a 5.000°C . Por conseguinte, o gradiente geotérmico diminui com a profundidade.

Os valores do grau e do gradiente geotérmicos de uma região determinada podem ser afetados por fatores locais, dentro os quais cabe mencionar os seguintes:

(a) Condutibilidade térmica das rochas que constituem o solo, — tanto maior o gradiente geotérmico quanto maior for a condutibilidade térmica das rochas;

(b) Tipo de reações e processos que ocorram nas rochas da região. Se em um setor há predominância de reações exotérmicas, isto é, com desprendimento de calor, o gradiente geotérmico aumentará, enquanto que se predominarem as reações endotérmicas, ou de absorção de calor, o gradiente diminuirá;

(c) A proximidade de massas magnéticas (rochas em estado de fusão) provocará aumentos notáveis no gradiente geotérmico devido ao fluxo de calor que elas determinam. Isto é comprovado facilmente nas regiões vulcânicas do nosso planeta, nas quais as temperaturas em profundidade são sempre muito mais altas que as temperaturas médias;

(d) Concentração de elementos radioativos nas rochas, já que em sua desintegração natural se desprendem grandes quantidades de calor que determinam um aumento do gradiente geotérmico.

Numerosos geofísicos consideram que o calor interno do nosso planeta é produto da combinação de duas causas: O resultado de um calor remanescente e do calor desprendido em reações radioativas.

2.6) CAMPO GRAVITACIONAL DA TERRA

Qualquer objeto situado na superfície terrestre ou em um certo espaço a seu redor é atraído em direção à massa com uma força, denominada: "força de gravidade", dirigida para o centro da Terra, aproximadamente conforme um raio terrestre. A mencionada força, segundo a lei da gravidade universal de Newton, pode ser expressa pela fórmula: $F = M \cdot m / D^2 \cdot G$, no qual G é a constante da gravitação universal, de valor $6,67 \times 10^{-11}$ newtons. m^2/Kg^2 , M é a massa da Terra ($5,975 \times 10^{24}$ t), m a massa do objeto e D a distância entre o objeto e o centro do planeta.

A força de gravidade representa a força com que a Terra atrai qualquer objeto ou massa situada em seu campo gravitacional e ao mesmo tempo corresponde ao peso da mencionada massa.

Se a Terra fosse homogênea, perfeitamente esférica e inóvel o valor da força de gravidade seria igual em todos os pontos da superfície. Sabemos que isto não ocorre, então quais seriam as causas desta variação.

Como a Terra sujeita a um movimento em torno de seu eixo polar, um corpo qualquer situado em sua superfície toma parte neste movimento e é sujeito a uma força centrífuga que tende a afastá-lo do eixo. O peso de um corpo no equador resulta, pois, da diferença entre a atração terrestre e a força centrífuga, máxima no equador e nula nos polos. Assim uma tonelada nos polos irá pesar 995 quilos no equador.

A Terra não é perfeitamente esférica, sendo achatada nos polos, estes se situam mais próximos do centro, determinando um maior valor da gravidade. Então somando as variações da força centrífuga, com o aumento da gravidade (devido à proximidade com o centro) um corpo no polo pesa mais que no equador.

2.7) CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA - GEOMAGNETISMO

A Terra comporta-se como um ímã gigantesco, que cria a seu redor um campo magnético, conforme o demonstra o fato de que em qualquer ponto da superfície terrestre uma agulha imantada, que possa girar livremente sobre seu centro de gravidade, orienta-se sempre em uma direção próxima da direção geográfica norte.

O campo magnético terrestre estende-se pelo espaço que rodeia a Terra por distâncias consideráveis e é o fator responsável, por exemplo, pela existência do cinturão de radiação de Van Allen.

O eixodalím que cria o campo magnético terrestre denomina-se "eixo geomagnético" os pontos onde seus prolongamentos cortam a superfície terrestre denominam-se "pólos magnéticos". Já nas primeiras medições que se fizeram do ~~v~~ampo magnético terrestre ficou comprovado que o eixo "geomagnético" não coincide com o eixo geográfico da Terra, mas que forma com ele um certo ângulo cujo valor é atualmente de uns 11,5°.

Os acontecimentos atuais a respeito do interior da Terra já propiciam uma explicação lógica para a origem do magnetismo terrestre. Consoante, supõe-se que a Terra se comporta como um imenso dínamo no qual a parte mais interna (o núcleo), de natureza metálica (muito provavelmente férrea), transforma-se em um grande ímã por indução das correntes elétricas existentes nas zonas periféricas do mencionado núcleo (sabe-se que uma barra de ferro rodeada por um arame se magnetiza por indução quando por este passa uma corrente elétrica).

O campo magnético terrestre sofre variações de diversa intensidade e períodos, mas as variações seculares, as estacionais ou anuais, as diurnas e as acidentais ou tempestades magnéticas.

Atualmente é possível conhecer certas características do campo magnético terrestre em épocas geológicas passadas através dos estudos paleomagnéticos baseados na magnetização remanescente ou fósil que adquirem certas rochas durante seus processos de formação. Por exemplo, durante o resfriamento e consolidação de uma lava, seus componentes ferromagnéticos se orientam conforme a direção do campo magnético existente naquele momento. Tal orientação preferencial dos componentes ferromagnéticos persistirá na posterior evolução da lava.

Os estudos do paleomagnetismo permitiram ainda conhecer que o campo magnético terrestre sofreu, através dos tempos geológicos, grandes mudanças: deslocamentos ou migrações dos pólos magnéticos e inversões na polaridade.

2.8) OS METEORITOS

Até ao término da missão Apolo XI que trasladou para a Terra materiais lunares, os meteoritos eram as únicas amostras de matéria extraterrestre de que se dispunha para efetuar análises de laboratório.

Os Meteoritos são corpos sólidos do sistema solar que se movem conforme órbitas muito elíticas ao redor do Sol e que caem com frequência sobre a Terra. O estudo destes fenômenos astronômicos foi e continua a ser de grande interesse, pois permite a obtenção de dados muito valiosos sobre a origem do sistema solar, sobre a formação dos planetas e sobre a provável estrutura interna da Terra. Os especialistas distinguem entre os Meteoróides (fragmentos de matéria indefinidos, de qualquer dimensão, que flutuam no espaço), os Meteoros (explosões visíveis de luz produzidas por um Meteoro ao atravessar a atmosfera terrestre) e os Meteoritos (fragmentos de qualquer dimensão que atravessam a atmosfera e alcançam a superfície da Terra). Caem continuamente sobre a superfície terrestre numerosos Meteoritos, a maioria dos quais se pulverizam ao atravessar a atmosfera e chegam à superfície terrestre sob a forma de pó meteorico. Todas as provas de datação radioativas efetuadas por diversos laboratórios e centros de investigação com meteoritos indicam que eles se originaram a cerca de uns 4.500 milhões de anos, isto é, muito antes do que as rochas mais antigas da crosta terrestre, cujas idades jamais superam os 3.500 milhões de anos.

Mineralogicamente, os meteoritos são formados por duas partes principais: ligas de ferro, níquel (carnéita e tenita) e silicatos (em especial olivina e piroxênios, isto é, os minerais característicos das rochas básicas e ultrabásicas). Conforme o predomínio de uma ou de outra parte, os meteoritos dividem-se em três grandes grupos:

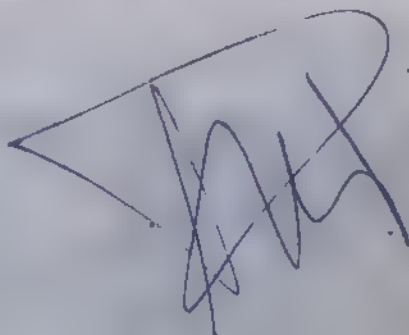
- (1) SIDERITOS - constituídos essencialmente por uma liga de ferro (90%) e níquel (8,5%) e caracterizados por densidade elevada (7,5);
- (2) SIDEROLITOS - formados pela liga ferro-níquel mais silicatos em proporções aproximadamente equivalentes, com densidade ao redor de 5;
- (3) AERÓLITOS - constituídos predominantemente por silicatos, com uma densidade aproximada de 3,5, isto é, igual à das rochas básicas da crosta terrestre.

O estudo da composição média e da frequência dos diversos tipos de meteoritos anteriormente descritos levou os geocímicos a supor que o corpo ou os corpos do Sistema Solar a partir dos quais aqueles se originaram apresentavam uma estrutura zonada, com um núcleo denso e metálico a partir do qual ter-se-iam formado os Sideritos, uma capa intermediária constituída por materiais ultrabásicos que deram lugar aos Siderolitos e uma camada superficial pouco densa da qual se originaram os Aerólitos. Considerando-se que os corpos a partir dos quais os meteoritos se formaram deviam ser essencialmente semelhantes à Terra, foi proposta uma estrutura similar para o nosso planeta, estrutura esta que em parte foi confirmada por experiências geofísicas.

Em pouco, o estudo da composição química de certos meteoritos, denominados Condritos carbonosos, proporcionou dados muito importantes. De fato, estes meteoritos contêm uma fração orgânica constituída por hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos, bem como por aminoácidos e pirimidinas, ou seja, pelos constituintes essencialmente, ou melhor, essenciais dos organismos terrestres. Tais descobertas permitem afirmar que no sistema solar ao qual a Terra pertence, e provavelmente em outros sistemas análogos, produziram-se e se produzem fenômenos de síntese química do modo se originam estruturas químicas intermediárias e imprescindíveis para a gênese dos seres vivos.

O estudo dos meteoróides, asteróides e cometas demonstra que existe uma estreita relação entre eles.

 W. de E. an



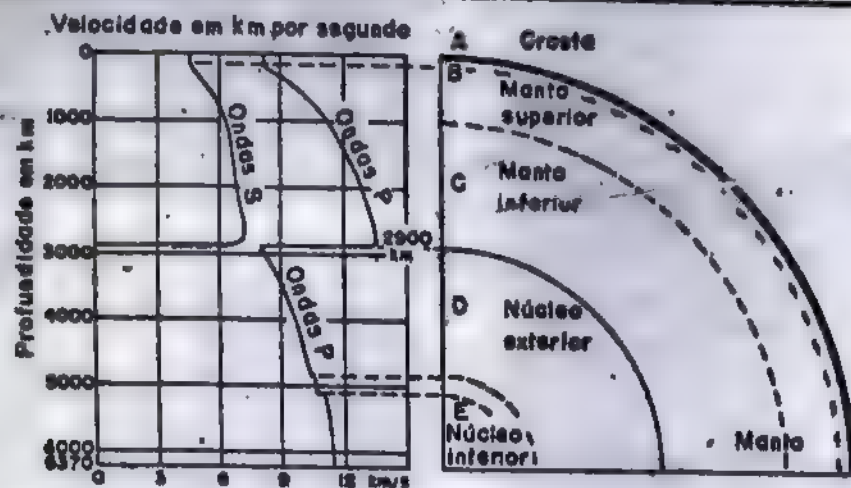


Fig. 1.2 A cada mudança de velocidade das ondas sísmicas corresponde uma das subdivisões maiores na composição interior da Terra. A porção exterior do núcleo (2 900 km) não transmite as ondas S porque estas não se propagam nos líquidos. Reflexões menores se observam na crosta e no núcleo interior.

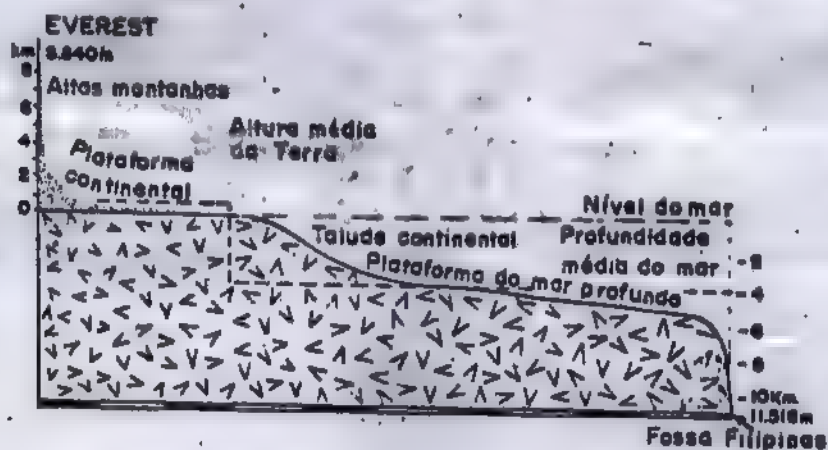


Fig. 1.3 Curva hipsográfica mostrando áreas relativas dos continentes e oceanos em diferentes altitudes e profundidades. O desnível entre a maior altitude e a maior profundidade alcança 20 000 metros.

Superfícies (em milhões de km ²)		
Superfície total da Terra	510	100%
Terras emersas	149	29,22%
Ocupada pelos mares	361	70,78%

Tabela 1.2 Características da estrutura interna

Profundidade em km	Denominação	Constituição Litológica	Densidade	Temp. aprox. (°C)
15 a 25	LITOSFERA	Crosta superior	2,7	600°
30 a 50		Crosta inferior	2,95	1 200°
1 200	Manto superior	Peridotito (semelhante, anidritico)	3,3	3 400°
2 900	Camada intermediária (manto inferior)	Silicatos e sulfatos e óxidos (óxidos, metálicos)	4,7	4 000°
6 370	Núcleo (nife)	Ferro metálico e/ Ni (similares, sideritos)	12,2	4 000°

NOTA: Nota-se a densidade elevada (12,2) do núcleo, devido à alta pressão, em comparação com a do Nife (7,9).

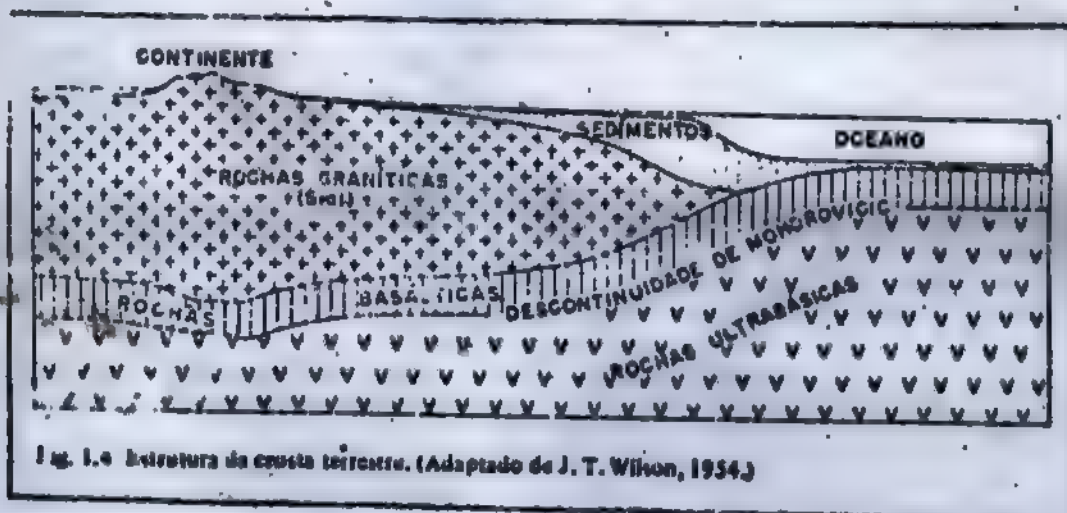


Fig. 1.6 Estrutura da crosta terrestre. (Adaptado de J. T. Wilson, 1954.)

Tabela 1.1 Estrutura da Terra

Nome	Caracteres Químicos	Caracteres Físicos
Atmosfera	N ₂ , O ₂ , H ₂ O, CO ₂ , gases inertes	Gases
Biosfera	H ₂ O, substâncias orgânicas e materiais esqueletais.	Sólido, líquido, muitas vezes coloidais.
Hidrosfera	Água doce, salgada, neve e gelo	Líquido (em parte sólido)
Crosta	Rochas normais de silicatos	Sólido
Manto	Material de silicatos (Mg, Fe ₂ , SiO ₂); alguns sulfatos e óxidos de Fe	Sólido
Núcleo	Liga de ferro e níquel	Parte exterior líquida e mais interna, possivelmente sólida

1 - NOÇÕES DE ECOLOGIA

1.1 - HISTÓRICO

A palavra ecologia é utilizada pela primeira vez, em 1866, pelo biólogo alemão Ernst Heinrich Haeckel em seu livro "Morfologia geral dos organismos". As pesquisas sobre as relações dos seres vivos com o meio ambiente, no entanto, remontam à Antiguidade. A primeira conhecida é a "História dos animais", escrita por Aristóteles, filósofo grego do século IV a.C. Estudos mais sistemáticos só começam a ser realizados no século XIX, fruto dos avanços nos diferentes campos da biologia. Os naturalistas Georges Leclerc, conde de Buffon, na França, e Alexander von Humbolt, na Alemanha, desenvolvem separadamente o conceito de meio ambiente geográfico, as características da fauna e da flora de uma região estão intimamente relacionadas com a latitude, tipo de relevo e condições climáticas existentes.

1.2 - CONCEITO

Denomina-se Ecologia o campo interdisciplinar que estuda as interações entre os seres vivos e o meio ambiente e as condições necessárias para a reprodução das diferentes formas de vida. A palavra ecologia também é usada no sentido de equilíbrio ambiental e a expressão movimento ecológico refere-se à atividade política em defesa do equilíbrio ambiental.

1.2.1 - Biosfera

A vida surge na terra há cerca de 3,5 bilhões de anos. Os primeiros organismos não passam de simples estruturas de carbono. Eles inauguram as primeiras cadeias alimentares e dão início à construção da biosfera, o espaço da superfície do planeta onde a vida é possível e que pode ser considerado um grande ecossistema. A biosfera cresce à medida que as formas de vida se multiplicam e a cadeia alimentar torna-se mais complexa. Atualmente ocupa toda a superfície, inclui as altas camadas da atmosfera, pode chegar a 5 km de profundidade na crosta terrestre e a 10 km abaixo do nível do mar, nas fossas oceânicas.

1.2.2 - Ecossistemas

Os ecossistemas são sistemas dinâmicos formados por relações de interdependência entre os fatores físicos que compõem o ambiente - a atmosfera, o solo e a água - e a flora, fauna e os microorganismos que o habitam. Esses elementos estão articulados em um ciclo vital, chamado cadeia alimentar, responsável pelo equilíbrio e reprodução do sistema. As dimensões de um ecossistema são definidas de acordo com o objetivo do pesquisador. pode ser uma grande área relativamente homogênea, como a floresta amazônica, ou uma pequena bromélia, planta que armazena em suas folhas e flores água carregada de sais e compostos orgânicos, além de inúmeros microorganismos, algas e insetos.

multiplicam-se aceleradamente. Produtos químicos não - biodegradáveis, usados para aumentar a produtividade e evitar predadores nas lavouras, matam microorganismos decompositores, insetos e aves, reduzem a fertilidade da terra, poluem os rios e águas subterrâneas e contaminam os alimentos. A urbanização multiplica esses fatores de desequilíbrio. A grande cidade usa os recursos naturais em escala concentrada, quebra as cadeias naturais de reprodução desses recursos e reduz a capacidade da natureza de construir novas situações de equilíbrio.

2.1.2 - Economia do desperdício - O estilo de desenvolvimento econômico atual estimula o desperdício. Automóveis, eletrodomésticos, roupas e demais utilidades são planejados para durar pouco. O apelo ao consumo multiplica a extração de recursos naturais, embalagens sofisticadas e produtos descartáveis não - recicláveis nem biodegradáveis aumentam a quantidade de lixo no meio ambiente. A diferença de riqueza entre nações contribui para o desequilíbrio ambiental. Nos países pobres, o ritmo de crescimento demográfico e de urbanização não é acompanhado pela expansão da infraestrutura, principalmente da rede de saneamento básico. Uma boa parcela dos dejetos humanos e do lixo urbano e industrial é lançada sem tratamento na atmosfera, nas águas ou no solo. A necessidade de aumentar as exportações para sustentar o desenvolvimento interno estimula tanto a extração dos recursos minerais como a expansão da agricultura sobre novas áreas. Cresce o desmatamento e a superexploração da terra.

Lixo - Acúmulo de detritos domésticos e industriais não - biodegradáveis na atmosfera, no solo, subsolo e nas águas continentais e marítimas provoca danos ao meio ambiente e doenças nos seres humanos. As substâncias não - biodegradáveis estão presentes em plásticos, produtos de limpeza, tintas e solventes, pesticidas e componentes de produtos eletroeletrônicos. As fraldas descartáveis demoram mais de cinquenta anos para se decompor, e os plásticos levam de quatro a cinco séculos. Ao longo do tempo, os mares, os oceanos e manguezais vêm servindo de depósito para esses resíduos.

Resíduos radiativos - Entre todas as formas de lixo, os resíduos radiativos são os mais perigosos. Substâncias radiativas são usadas como combustível em usinas atômicas de geração de energia elétrica, em motores de submarinos nucleares e em equipamentos médico - hospitalares. Mesmo depois de esgotarem sua capacidade como combustível, não podem ser destruídas e permanecem em atividade durante milhares e até milhões de anos. Despejos no mar e na atmosfera são proibidos desde 1983, mas até hoje não existem formas absolutamente seguras de armazenar essas substâncias. As mais recomendadas são tambores ou recipientes impermeáveis de concreto, à prova de radiação, que devem ser enterrados em áreas geologicamente estáveis. Essas precauções, no entanto, nem sempre são cumpridas e os vazamentos são frequentes. Em contato com o meio ambiente, as substâncias radiativas interferem diretamente nos átomos e moléculas que formam os tecidos vivos, provocam alterações genéticas e câncer.

Ameaça nuclear - Atualmente existem mais de quatrocentas usinas nucleares em operação no mundo - a maioria no Reino Unido, EUA, França e Leste europeu. Vazamentos ou explosões nos reatores por falhas em seus sistemas de segurança provocam graves acidentes nucleares. O primeiro deles, na usina russa de Tcheljabinski, em setembro de 1957, contamina cerca de 270 mil pessoas. O mais grave, em Chernobyl, na Ucrânia, em 1986, deixa mais de trinta mortos, centena de feridos e forma uma nuvem

1.2.3 - Cadeia alimentar

Os diferentes elementos que compõem um ecossistema cumprem papéis específicos dentro da cadeia alimentar. As plantas verdes são organismos produtores. Acionadas pela luz do sol, absorvem os compostos inorgânicos presentes na atmosfera e no solo e os transformam em compostos orgânicos, processo conhecido por fotossíntese. Os animais herbívoros são organismos consumidores. Alimentam-se das plantas (os produtores) e, por sua vez, servem de alimento para os animais carnívoros, ou predadores. Quando os dejetos desses animais são lançados no solo entram em ação os chamados organismos decompositores. Eles completam o ciclo vital: decompõem a matéria orgânica presente nos dejetos animais e plantas mortas, transformando-a novamente nos compostos inorgânicos que alimentam as plantas. O equilíbrio do ecossistema depende da realização de cada uma dessas etapas da cadeia alimentar. A drástica redução de animais predadores, por exemplo, pode resultar na proliferação dos animais herbívoros e, com isso, na escassez ou extinção de algumas espécies vegetais.

2 - DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

A superfície da Terra está em constante processo de transformação e, ao longo de seus 4,5 bilhões de anos, o planeta registra drásticas alterações ambientais. Há milhões de anos, a área do atual deserto do Saara, por exemplo, era ocupada por uma grande floresta e os terrenos que hoje abrigam a floresta amazônica pertenciam ao fundo do mar. As rupturas na crosta terrestre e a deriva dos continentes mudam a posição destes ao longo de milênios. Em consequência, seus climas passam por grandes transformações. As quatro glaciações já registradas - quando as calotas polares avançam sobre as regiões temperadas - fazem a temperatura média do planeta cair vários graus. Essas mudanças, no entanto, são provocadas por fenômenos geológicos e climáticos e podem ser medidas em milhões e até centenas de milhões de anos. Com o aparecimento do homem na face da terra, o ritmo de mudanças acelera-se.

2.1 - AGENTES DO Desequilíbrio

A escalada do progresso técnico humano pode ser medida pelo seu poder de controlar e transformar a natureza. Quanto mais rápido o desenvolvimento tecnológico, maior o ritmo de alterações provocadas no meio ambiente. Cada nova fonte de energia dominada pelo homem produz determinado tipo de desequilíbrio ecológico e de poluição. A invenção da máquina a vapor, por exemplo, aumenta a procura pelo carvão e acelera o ritmo de desmatamento. A destilação do petróleo multiplica a emissão de gás carbônico e outros gases na atmosfera. Com a petroquímica, surgem novas matérias-primas e substâncias não-biodegradáveis, como alguns plásticos.

2.1.1 - Crescimento populacional

O aumento da população mundial ao longo da história exige áreas cada vez maiores para a produção de alimentos e técnicas de cultivo que aumentem a produtividade da terra. Florestas cedem lugar a lavouras e criações, espécies animais e vegetais são domesticadas, muitas extintas e outras, ao perderem seus predadores naturais,

radiativa que se espalha por toda a Europa. O número de pessoas contaminadas é incalculável. No Brasil, um vazamento na Usina de Angra I, no Rio de Janeiro, contamina dois técnicos. Mas o pior acidente com substâncias radiativas registrado no país ocorre em Goiânia, em 1987. o Instituto Goiano de Radioterapia abandona uma cápsula com isótopo de cério - 137, usada em equipamento radiológico. Encontrada e aberta por sucateiros, em pouco tempo provoca a morte de quatro pessoas e a contaminação de duzentas. Submarinos nucleares afundados durante a 2ª Guerra Mundial também constituem grave ameaça. O mar Báltico é uma das regiões do planeta que mais concentram esse tipo de sucata.

GRAVIDADE E ISOSTASIA

Se a terra fosse homogênea, perfeitamente esférica e imóvel o valor da gravidade seria igual em todos os pontos da superfície terrestre. Quais seriam então as causas que interferem na variação da gravidade?

Como a terra está sujeita a um movimento de rotação qualquer corpo situado em sua superfície toma parte deste movimento e está sujeito a uma força que tende a afastá-lo de eixo. O peso de um corpo no equador resulta, pois, da diferença entre a atração terrestre e a força centrífuga máxima no equador e mínima nos pólos. Assim uma tonelada no polo irá pesar 995 quilos no equador.

- * A terra não é esférica, sendo achatada nos pólos, este se situa mais próximo ao centro da terra, determinando um maior valor da gravidade. Embora o efeito seja muito menor que o primeiro, ambos se somam.

- * Os resultados das medidas gravimétricas mostram que a gravidade apresenta valores diferentes conforme a natureza topográfica da região, sendo maiores as anomalias nas regiões de grandes montanhas. Nos oceanos e nos platôs continentais ela é homogênea e em borá pareça estranho, possui um valor maior que o medido nas regiões de grandes elevações. Dever-se-iam esperar resultados contrários pela menor densidade da água e pela maior massa encontrada nas montanhas. Baseado nesta discrepância aventou-se a seguinte teoria: os continentes com suas elevações seriam constituídos de rochas mais leves e o substrato dos oceanos, de rochas mais pesadas. Dá-se o nome de isostasia ao estado de equilíbrio dos blocos continentais síalicos que flutuam no substrato mais denso do manto.

*André de oceanos Basalto
tem grav. T.*

TEMPERATURA NO INTERIOR DA TERRA

- * Túneis e sondagem mostraram que a temperatura aumenta progressivamente para o interior da Terra. De um modo geral, até uma profundidade de 10 a 20 metros, a temperatura é influenciada pela média anual, e daí para baixo, aumenta continuamente. Designa-se grau geotérmico ao número de metros em profundidade na crosta terrestre necessários para haver o aumento de temperatura de 1°C.

Nas áreas afetadas por vulcanismo recente, graças a maior proximidade do magma, o grau geotérmico é menor. Por outro lado nas áreas cicatrizadas e estáveis desde o pré-cambriano como é o caso de grande parte do território brasileiro, o grau geotérmico é maior.

MAGNETISMO TERRESTRE

Há séculos o homem usa a bússola, aproveitando do fato de o globo agir como um grande ímã. O campo magnético na superfície terrestre é dividido em dois componentes o horizontal e o vertical. Assim, uma agulha magnética é atraída pelo pólos magnéticos da terra e é também atraída para o interior do globo terrestre. Quanto maior for a

03.03.99

André de Wiese

GRAVIDADE E ISOSTASIA

Se a terra fosse homogênea, perfeitamente esférica e imóvel o valor da gravidade seria igual em todos os pontos da superfície terrestre. Quais seriam então as causas que interferem na variação da gravidade?

Como a terra está sujeita a um movimento de rotação qualquer corpo situado em sua superfície toma parte deste movimento e está sujeito a uma força que tende a afastá-lo de eixo. O peso de um corpo no equador resulta, pois, da diferença entre a atração terrestre e a força centrífuga máxima no equador e mínima nos pólos. Assim uma tonelada no polo irá pesar 995 quilos no equador.

* A terra não é esférica, sendo achatada nos pólos, este se situa mais próximo ao centro da terra, determinando um maior valor da gravidade. Embora o efeito seja muito menor que o primeiro, ambos se somam.

Os resultados das medidas gravimétricas mostram que a gravidade apresenta valores diferentes conforme a natureza topográfica da região, sendo maiores as anomalias nas regiões de grandes montanhas. Nos oceanos e nos platôs continentais ela é homogênea e em borá parece estranho, possui um valor maior que o medido nas regiões de grandes elevações. Dever-se-iam esperar resultados contrários pela menor densidade da água e pela maior massa encontrada nas montanhas. Baseado nesta discrepância aventou-se a seguinte teoria: os continentes com suas elevações seriam constituídos de rochas mais leves e o substrato dos oceanos, de rochas mais pesadas. Dá-se o nome de isostasia ao estado de equilíbrio dos blocos continentais síalicos que flutuam no substrato mais denso do manto.

*Indo o oceano Basalto
tem gravidade*

TEMPERATURA NO INTERIOR DA TERRA

Túneis e sondagem mostraram que a temperatura aumenta progressivamente para o interior da Terra. De um modo geral, até uma profundidade de 10 a 20 metros, a temperatura é influenciada pela média anual, e daí para baixo, aumenta continuamente. Designa-se grau geotérmico ao número de metros em profundidade na crosta terrestre necessários para haver o aumento de temperatura de 1°C.

Nas áreas afetadas por vulcanismo recente, graças a maior proximidade do magma, o grau geotérmico é menor. Por outro lado nas áreas cicatrizadas e estáveis desde o pré-cambriano como é o caso de grande parte do território brasileiro, o grau geotérmico é maior.

MAGNETISMO TERRESTRE

Há séculos o homem usa a bússola, aproveitando do fato de o globo agir como um grande ímã. O campo magnético na superfície terrestre é dividido em dois componentes o horizontal e o vertical. Assim, uma agulha magnética é atraída pelo pólos magnéticos da terra e é também atraída para o interior do globo terrestre. Quanto maior for a

03.03.99

aula d. wiesse

proximidade do pólo, maior será sua força de atração. No equador magnético as forças exercidas pelo pólos norte e sul são iguais e contrárias, portanto se anulam, havendo, pois, somente a componente horizontal. Aí a agulha permanecerá em posição horizontal e nos pólos, em posição vertical. Nas regiões intermediária, o ângulo formado pela agulha com o plano horizontal, será maior quanto mais próximo a agulha estiver do pólo e a este ângulo dá-se o nome de inclinação magnética. O desvio sofrido pela agulha magnética em relação a linha norte sul geográfica é chamada declinação magnética.

IDADE DA TERRA

As estimações sobre a idade da terra basearam-se durante muito tempo, em extrapolações sobre a velocidade de fenômenos geológicos atuais, transferindo seus resultados para o passado. Todas estas extrapolações foram sempre de mais inseguras pela precariedade das premissas e pela sua extrapolação sobre um tempo demasiadamente longo. Por estas razões, possuem hoje apenas interesse histórico.

Com o advento dos estudos modernos sobre a radioatividade, tornou-se possível a determinação do tempo que leva para dar-se a transmutação de um elemento em outro, o que se dá pela mudança do número atômico, com a perda de elétrons, mais partículas do próprio núcleo do átomo e energia sob a forma de radiação. Existem elementos que se transformam em fração de segundos, enquanto outros levam milhares de anos para se transformar. São estes que interessam à Geologia. Fato importante é que as condições de alta temperatura e pressão não modificam o ritmo da transformação, a qual permite a avaliação da idade das rochas submetidas inicialmente àquelas condições. Fala-se em meia vida de um elemento com base no seguinte motivo: tanto faz se parta inicialmente de um grama ou alguns quilos de um elemento que se inicie no seu processo de desintegração, porque os átomos se vão desintegrando em todas as partes do corpo inicial tendo ele o peso que tiver. Uma vez transcorrido um tempo T , denominado meia vida, a massa inicial estará transformada em outra. Após $2T$, a metade restante do elemento original desintegra-se novamente, restando uma quarta parte do original, e assim por diante.

CONSTITUIÇÃO LITOLÓGICA DA CROSTA TERRESTRE

A crosta terrestre é constituída de rochas, isto é, agregados naturais formados de um ou mais minerais. Distingue-se três tipos de rochas de rochas, segundo sua gênese, rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas.

As rochas de origem magmáticas (podendo ter sido transformadas em metamórficas) constituem cerca de 95% do volume total da crosta terrestre, mas ocupam apenas 25% da sua superfície, enquanto que as rochas sedimentares mais as metasedimentares contribuem apenas com 5% do seu volume, mas cobrem 75% da superfície da crosta.

CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DA CROSTA TERRESTRE

(IV) * taxa registro antt/cntr e' lustracao + 10.000
50' Bureautica

* requerimento e' facil (odonto ^{ode} malta atug
de registro de a prefeitura (taxa a lancia)
licenca

gestaoe + 4.000 (novo) / * perquis p. om perquis
+ 50.000
mais

24.03.99

v' Codigo de Minucao

24.3.99 Código de Mineração → CFEM = ^{União} Estado ^{município} (I)

Art 4. Considera-se jazida toda massa individualizada de substância mineral ou fósil, ~~(se)~~ aflorante a superfície ou existente no interior da terra e que tenha valor econômico e mina a jazida em lava, ainda que suspensa.

Art. 11 Serão reputados na aplicação dos regimes de direitos autorizados, licenciamento e concessões;

a) O direito de prioridade a detentores da autorização de pesquisa ou de registro de licença atribuído ao interessado cujo requerimento tenha por objeto área com direção linear, para a finalidade pretendida à data de protocolização do pedido no DNPM, atendidos os demais requisitos cabíveis estabelecido neste código.

b) O direito a participação nos resultados da lavra em valor correspondente ao dízimo do imposto básico (imposto único)

IVM Sobre minerais aplicável, exclusivamente

as concessões autorizadas após 14 de março de 1967
→ 1º código surgiu 1938/39

II) Exemplo: região de antiguidade ; 1ª) Antecedentes sobre

→ Substância - ouro

→ município - emido

→ áreas livres

→ sítio de Andaraí

(Sabão)

mapas escala 1:100.000 - quadros

→ verifica se a área está livre

a cada folha/overlaid

uma cidade

↑
↓
áreas

Ja região de
em atv. de

→ incumbe ao DNPM - requerimento de
devolução preenchido

pesquisa Mineral

→ ganhemos o direito de prioridade

→ no país BSB o documento o Alvará de pesquisa
no caso do publicado
Av → 3 anos ← * Diário Oficial de
União

→ efetuar um a pesquisa

1ª Tarifa - levantamentos topográficos

e delimitar (polígono envolvente)

levantamentos planimétricos

Scanear a base de afloramento

mapa topográfico preliminar

com auxílio de fotos aéreas

→ delimitando áreas com certos

geoquímicos / geofísicos

1ª) fase qualitativa

ouros / minerais

secundário - jazidas secundárias

Geologia / Geol. Vulcânica / Plutônicas

→ 2ª fase quantitativa

etapa embagem

→ delimitar um superfície

→ profundidade

→ condições locais

→ informações no do ambiente

relatório final de pesquisa

sendo apresentado dentro do prazo ao DNPM
Caso aprovado → o mesmo aprovado e publicado no DIV
Termino o prazo de 1 ano para apresentação ao DNPM
o novo documento chamado PLANO DE PREVISÃO

(III)

propor qual o procedimento
de extração e produção
Também Ton/ano,
mat. de obra.

Econômico do jazido
(PDE)
que em período

dando entre caso aprovado não o
este tempo e durante o
regime de outorga

Portaria de
LPIRA (por tempo
indeterminado)

regime de concessão

durante (PDE) deve-se apresentar a sua
anexa do ~~processo~~ Licença ambiental
processo

outro caso → regula (optar pelo regime de licenciamento)

→ ou ser outor antes do proprietário

requerimento + certidão, escritura ou contrato ou ATN do
proprietário + licença da prefeitura
municipal

entregar ao DNPM → análise → registro da licença

→ prazo inicial
apresentar a
licença
ambiental

Para o cálculo da constituição química da crosta terrestre é necessário o conhecimento da composição e volume das diferentes rochas.

A composição química da crosta terrestre em % segundo peso e volume pode ser assim descrita: O=46,6 - Si=27,7 - Al=8,1 - Fe=5,0 - Ca 3,6 - Na=2,8 - K=2,6 - Mg=2,1.

2 ^s	3 ^s	4 ^s	5 ^s	6 ^s	5 ^o
1 ^a geology	Dereb	geology	Topografia	mineralogy	07703
geral	Tec.	geol	mta	Relevé	film antigo
± pr	flav	S. 501	S. 502	S. 501	
Renato	S. 502	X			
S. 501	geology	<u>S. 108</u>			
	geol				

0303.99
→ 354° 5' 313

LIVRO
←
geology seal

VICTOR LEINS
STANISLAV AMORAL
Ed SCS Paulo

José Henrique P.O.P.

66.
R# 25,00

Unit d.
dependent.

02

→ after midie 6,0
do
aponeiro

filter → 75%

→ meddo bines trail.

3 Time pos medd

Estruturas Perturbadas (atectônicas)

São perturbações locais de pequena amplitude, afetando pequenas áreas e são comumente manifestadas sob a forma de dobras e falhas.

Estruturas Perturbadas (tectônicas)

Generalidades

Dedicaremos um capítulo para epirogênese e outro para orogênese. Daremos aqui apenas as definições.

Epirogênese: são movimentos de subida ou de descida de grandes áreas da crosta terrestre de modo lento. Caracteriza-se por um reajustamento isostático de áreas, dominando-se assim os movimentos verticais lentos, por vezes seculares. Eles possuem características especiais, como a de não afetar as estruturas antigas, podendo porém apresentar falhas marginais por causa do esforço diastrófico (são reversíveis).

Orogênese: movimento diastrófico que se desenvolve com mais intensidade, dando aparecimento a montanhas atingindo uma área menor (são irreversíveis).

Os esforços causam modificação no volume de uma rocha, na forma ou em ambos, dependendo:

- a) duração do esforço
- b) intensidade do esforço
- c) plasticidade da rocha.

As rochas, em condições de proximidades da superfície são mais susceptíveis da ruptura ao passo que em grandes profundidades são susceptíveis da deformação plástica, isto porque a plasticidade aumenta com a profundidade (temperatura mais elevada - grau geotérmico, facilitando a mobilidade intermolecular entre as partículas que compõem a rocha, permitindo maior deformação plástica).

Temos dois tipos de pressões a considerar sobre um bloco de rocha:

a) Pressão Litostática ou confinante, semelhante à pressão hidrostática, que atua em todos os sentidos.

b) Pressão dirigida que é responsável pelas deformações. Esta última pode ser no sentido perpendicular a um plano qualquer da rocha e obliquamente em relação a qualquer plano quando recebe o nome de esforço tangencial.

As rochas calcárias e as argilosas são mais susceptíveis de se deformarem plasticamente. Os arenitos ou quartzitos são mais passíveis de se romperem, embora ocorram, certos quartzitos altamente dobrados sem sinal de ruptura, graças ao aumento das condições de plasticidade com a temperatura nas regiões mais profundas e lentidão do processo deformador, permitindo a acomodação dos seus constituintes.

Deformação elástica: Quando a rocha é submetida a um esforço de compressão ou de tensão ela se deforma mas volta à posição inicial após cessar a pressão.

EXEMPLOS DE ROCHAS METAMÓRFICAS:

- quartzito é uma rocha derivada do metamorfismo;
- itabirito é uma variedade do quartzito que possui, além do quartzo, grande quantidade de hematita;

- Mármore provém do calcário ou do dolomito;

Os sedimentos argilosos transformam-se nas seguintes rochas, citadas em ordem crescente, quanto ao rigor do metamorfismo:

- | | |
|-----------------|--------------------|
| - Ardósia; | - Micaxisto; |
| - Filite; | - Anfibólio-xisto; |
| - Cloritaxisto; | - Gnaíse. |

P A L H A S

PERTURBAÇÕES DAS ROCHAS:

Generalidades:

A estrutura de uma rocha é característica do processo genético e das condições físicas, químicas e físico-químicas do ambiente em que foi formada. Por exemplo, as rochas sedimentares, em geral, apresentam-se dispostas em estratos paralelos ou muito pouco inclinados em relação ao plano horizontal, sendo este tipo de estratificação caracterizada pelas condições de deposição e de profundidade, correntes, influências biológicas, etc.

Portanto, uma rocha é formada com características texturais e estruturais próprias de sua formação, mas podem ocorrer mudanças nestas condições iniciais, mascarando ou destruindo os caracteres pré-existent.

Estruturas não perturbadas:

Trata-se de estratos formados inicialmente inclinados, sem contudo terem sofrido qualquer perturbação. Podemos citar os cones aluviais próximos às regiões montanhosas, onde o substrato rochoso é inclinado e os sedimentos inicialmente depositados obedecem esta inclinação: os deleitos deltaicos, nos quais ocorrem três tipos de camadas, dispostas em ângulos diferentes (vide assunto sobre deltas). A inclinação das camadas frontais... (forset) determina com as horizontais de cima a estratificação cruzada que é muito frequente em camadas arenosas depositadas por águas correntes. Formam-se pelas variações nas correntes, que podem escavar depressões, em cujas ladeiras novas camadas depositam-se em posição oblíqua às horizontais pré-existent ou posteriores a elas. O ângulo vertical destas camadas varia de 15 a 30 graus, e a posição da inclinação indica o sentido da correnteza antiga, constituindo um importante elemento paleogeográfico. Finalmente, citaremos as dunas onde os estratos se inclinam de 30 a 35° (ângulo de repouso das areias) no plano do setavante, o que possibilita, igualmente, a constatação da direção e sentido que sopraram os ventos.

O diagnóstico no campo, de tais estruturas é fácil quando se trata de camadas de pequena dimensão. Em caso contrário o problema se torna mais complexo.

Leinz, Viktor - cita ocorrências de um contacto dos sedimentos glaciais com uma elevação do antigo substrato granítico, no sul do Brasil. Os estratos foram dispostos paralelamente à superfície arredondada da elevação granítica donde a aparência falsa de um dobramento originado pela intrusão da massa granítica.

flexão sobre o rio, devido ao sentido da falha e pressionando a rocha para cima da falha.

5) Vegetação e brecha de falha e vegetação - muitas vezes uma linha de falha separa litologias diferentes e, conseqüentemente, solos e vegetações também diferentes. Como sabemos, a vegetação é um produto do solo e este é função da litologia e do clima. Fig. 10-20.

Feições Geológicas Associadas a Falhas.

1) Descontinuidade de camadas - as camadas de rochas perdem a continuidade junto ao plano de falha. Fig. 10-21.

2) Crissal de camadas - Em falhas normais, pode-se ocorrer a crissal de uma ou mais camadas quando se perdura sobre o plano da falha. Fig. 10-22.

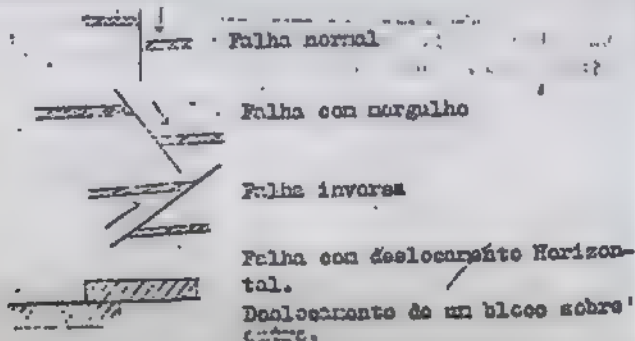
3) Perforação de camadas - em falhas inversas, uma perfuração sobre o plano irá perfurar duas vezes a mesma camada. Fig. 10-23.

4) Brecha de falha e Milonito - Brecha é um tipo de conglomerado em que as partes componentes (bloccos) são angulosas e não diferem da matriz, circunstância esta, em que a brecha se compõe de material idêntico ao das rochas encaixantes. Fig. 10-24.

Milonito - é uma rocha de granulção finíssima, cor escura, resultante de movimentos e forças tectônicas com posterior cimentação por esluções ascendentes, muitas vezes portadoras de minerais úteis.

5) "Drag" de falha - as camadas junto ao plano de falha, devido ao atrito produzido por ocasião do deslocamento, dos bloccos tendem a tomar a atitude do plano de falha dando origem a pequenas dobras que recebem o nome de "drag". Fig. 10-25.

Alguns símbolos de falhas.



LEIA cuidadosamente o tópico "Perturbações Tectônicas",
após responder:

1 - DEFINIR.

1. MOVIMENTO OROGENÉTICO:

2. MOVIMENTO EPIROGENÉTICO:

3. Quais são os dois tipos de pressão que provocam tipos dife-
rentes de deformações nas rochas?

4. Que é diaclase ou junta?

5. Dê a definição de Falha.

ESTUDE com atenção o texto apresentado no tópico "ELE-
MENTOS GEOMÉTRICOS DAS FALHAS" e "CLASSIFICAÇÃO DAS FALHAS".

Responda em seguida as seguintes questões.

II - 1. Defina "teto" e "luro" de uma falha.

2. Defina "releito direcional".

3. Que é "espelho de falha"?

Deformação plástica: Num estágio de pressão a deformação passa a ser plástica, isto é, racha continua com aquela deformação após cessar o esforço.

Ruptura: é o estágio final quando ultrapassa o limite de plasticidade.

Os esforços podem ser por:

- Compressão
- tensão
- Cisalhamento

Diáclases ou Juntas

São planos de rupturas sistematicamente orientados e espaçados com regularidade. Como já vimos, as rochas da crosta terrestre, quando submetidas a um jogo de pressões podem reagir plasticamente ou rigidamente, dando origem a flexuras e fraturas respectivamente. Portanto quando não há movimento dos blocos no longo dos planos de fraturas estas denominam-se de juntas ou diáclases.

Falhas:

São fraturas das rochas da crosta terrestre ao longo das quais deparam-se movimentos relativos dos blocos (deslocamentos ao longo dos planos de fraturas). As dimensões das fraturas, bem como os deslocamentos dos respectivos blocos são de milímetros, até muitas centenas de metros. As falhas podem ser originadas por esforços tectônicos (compressão e tensão) ou atectônicos (queda de cavernas provocadas pela dissolução de rochas da subsuperfície, vulcanismo, acomodação de sedimento plásticos, argilosos ou turfosos (contém turfa). Graças ao peso das camadas superiores).

Os melhores exemplos de falhas aqui no Brasil são encontrados no Recôncavo Baiano, como a grande falha de Salvador.

Elementos Geométricos da Falha

1) Plano da falha - é a superfície ao longo da qual se dá o deslocamento dos blocos. Por esta superfície por um plano, nós podemos determinar a sua altitude. Fig. 10-10.

Muitas vezes o atrito causado pelo movimento produz uma superfície lisa, podendo ter um brilho bem nítido graças ao polimento produzido pela fricção, é o que denominamos de caulhe de falha ou "Slickenside". Além do polimento pode ocorrer estrias ou cancelas que são formadas por grãos mais duros e salientes que riscam a superfície do deslocamento. Estas estrias conjugadas com a rugosidade escalonada indicam o sentido do movimento da falha.

2) Linha de Falha - é a linha que resulta da intersecção do plano da falha com a superfície do terreno. Nos mapas elas aparecem como linhas retas ou algo sinuosas. Esta linha pode separar litologias diferentes. Fig. 10-11.

2) Falha inversa ou de empurrão (Thrust fault) - é aquela em que o teto sobe em relação ao muro. São produzidas por esforços de compressão. Em geral, o ângulo do plano de falha deve ser menor que 45°. Fig. 10-15.

3) Falha de desvalentamento ou "overthrust-fault" - é uma falha de empurrão, em que o plano de falha tem, em geral, um ângulo menor que 10° e o teto tende a deslocar-se por longa distância sobre o muro. Fig. 10-16.

4) Falha horizontal ou de cisalhamento "striki slip fault" - é a aquela em que o deslocamento é paralelo à direção da falha. Fig. VII (falha anexa). O exemplo mais citado é o da falha de Santo André na Califórnia.

Quando o plano de falha for vertical nós dizemos que o bloco A bruxou em relação ao bloco B, que permaneceu estático ou subiu.

SISTEMAS DE FAHAS

1) Graben ou Fossa Tectônica - é uma depressão estrutural alongada ocasionada por falhamentos. Trata-se de uma estrutura regional. No Brasil podemos mencionar, o "Half Graben" do recôncavo, Fig. VIII. Na Europa o Rio Reno.

Rift-valley (vale de afundamento) - é um graben de grande comprimento, correspondente a um vale topográfico que se fez ao longo de sedimentação. Exemplo: Vale do Paraíba, Mar Morto, Mar Vermelho.

2) Horst ou Muralha - é uma elevação estrutural alongada ocasionada por falhamento. É, portanto, um bloco geralmente alongado que foi levantado em relação aos blocos vizinhos. Fig. VIII.

Feições Topográficas Associadas a Falhamentos

1) Escarpa de falha - é a escarpa formada no momento do falhamento, junto à falha. Fig. (1) falha anexa.

2) Escarpa de linha de falha - é uma escarpa já afastada do local do falhamento pela ação erosiva. É o caso mais comum de escarpas. Na Fig. 2, temos uma escarpa de linha de falha reatada. Isto é, a escarpa concordante com o bloco elevado. Na Fig. 3 a escarpa está formada no bloco que abaixou, é uma escarpa subsequente.

3) Alinhamento de Morros - Uma zona de falhamento é caracterizada silicificada ao longo dos planos de fratura, originando-se assim um alinhamento muito resistente à erosão. Fig. 10-18.

4) Valões de falha - uma zona de falha é uma zona de fraqueza que quando não silicificada é facilmente erodida, dando origem a valões de falha. Fig. 10-19.

4. Defina, ilustrando com figura de sua autoria as falhas:
"normal" e "expulsão".

5. Que é falha de rejeito direcional?

6. Defina: a) Fossa ou Graben; b) "horst".

7. Comumente, durante os falhamentos, ocorre o esfacelamento das rochas situadas no plano de falha ou próximas ao mesmo. Tal processo é designado de.....
se, em vez de esfacelamento, ocorrer pulverização das mencionadas rochas, resultará, seguramente uma rocha de granulção finíssima, cujas partículas não cimentadas por sílica e outros componentes. Tal rocha é designada de.....
.....; caso o fraturamento for menos intenso, originam-se rochas parcialmente quebradas com fragmentos angulosos, denominadas de..... de.....
.....

8. Cite as principais notas de expressão das falhas da superfície terrestre, nos locais indicados pelas letras abaixo:

a)

b)

c)

d)

e)

(I)

quarta-feira

03.03.95

* S. 108

leis locais →

Constituição Federal

FEMAGO

→ Art 5 → todos são iguais perante a lei
sem distinção de qualquer natureza
incluindo-se aos brasileiros e
aos estrangeiros residentes no país
a inviolabilidade do direito a vida ...
nos seguintes termos ...

Art. 20 Set. de bens de uso comum:

- IX os recursos minerais, incluídos os de subsolo;
A 22ª competência privativa da União legisla
sobre
XII jazidas, lavas ^{minas} e outros recursos
minerais e metalurgia

Art 23: É competência comum da União
dos ~~Estados~~ Estados do Distrito Federal e
dos municípios.

Registrar acompanhar e fiscalizar as
concessões de direito de pesquisas e explora-
ção de recursos Hídricos e minerais em seus
territórios.

Art 24 compete à União, aos estados e ao
distrito federal legislar concorrentemente
sobre

III - florestas, caça, pesca, fauna

conservação da natureza, defesa do
solo e dos recursos naturais, proteção do
meio ambiente e controle de poluição

II

Data: 1-1

Art. 26: incluem-se entre os bens do estado

I as águas Superficiais ou subterrâneas fluentes, emergentes e em depósitos Reservas das, neste caso na forma da lei decorrentes de obras da união

exclusivos do domínio

propriedade privada

* afloramento de rochas

exclusivo

(pedra)

15/10/10

7 dezide tem sub reservado
8 explor -> minas

* I Trib. Bens Uniã

(5)

LOGIA

Chloroform \rightarrow propanol

- * Focal

958

EPIROGÊNESE E ORIGEM DAS MONTANHAS

I - INTRODUÇÃO

A observação direta da natureza revela que a crosta terrestre é dotada de movimentos. Os terremotos são exemplos claros de que a crosta não é imóvel. A observação de um corte de estrada mostra que os pacotes rochosos foram deformados.

Os movimentos da crosta são denominados tectônicos, mas este tectonismo pode ser de dois tipos:

- Orogenético
- Epirogenético

Esses são tipos extremos que se distinguem do seguinte modo:

1- O movimento orogenético - é relativamente rápido e quando se manifesta geralmente deforma (dobra e/ou falha) as camadas rochosas. Os terremotos são os movimentos orogenéticos mais rápidos que se conhece. Os terremotos e o vulcanismo são apenas sinais anteriores ou posteriores de um tectonismo orogenético mais amplo, a orogênese propriamente dita, que é a elevação de uma vasta área dando origem a grandes cadeias de montanhas. Assim, os terremotos e vulcanismo andinos são sinais posteriores ao levantamento de uma grande cadeia de montanhas que são os Andes. Ao contrário, o vulcanismo e os sismos da faixa que vai de Java ao Japão são sinais precursores de uma grande cadeia de montanhas que se elevará naquela área.

2 - O movimento epirogenético - caracteriza-se por ser lento, abranger áreas continentais e não ter competência para deformar (não cria falhas ou dobras) as estruturas rochosas.

Não estão relacionados nem ao vulcanismo nem aos sismos; ao contrário, eles são mais comuns em áreas relativamente estáveis da crosta terrestre. Devido a essas características a epirogênese tem diagnóstico mais delicado e seu estudo é mais recente.

Assim, podemos caracterizar orogênese para as áreas instáveis da crosta. Há advêm duas correntes científicas: os catastrofistas, que admitem uma movimentação constante da crosta e os fixistas que admitem os movimentos, mas negam sua constância, considerando os movimentos como arrítmicos.

Fixações I

Fixações I

I.1 - Orogênese é causada movimentos de grandes áreas originais cada e montanhas amontando tectônicas de caráter rápido causando dobras ou falhas nos camadas rochosas - ex. vulcanismo e orizismo (terrestre)

1.2 - Epirogênese é movimentos tectônicos de caráter lento abrangendo áreas continentais

1.3 - São adjetivos próprios da orogênese:

I.4 - Sabe-se que os Andes resultaram de uma orogênese porque o vulc. e os terremotos
na região são ainda posteriores a sua formação: característicos.

I.5 - Podemos antever que na região do extremo sudeste asiático se elevará uma cadeia de montanhas porque devido aos sismos provocados de vulcanos e sismos na cadeia da região do Japão.

I.6 - Catastrofistas e fixistas se diferenciam porque os últimos

acreditam a constância do movimento terrestre considerando assim (P. 107)

I - EPIROGÊNESE

A epirogênese (do grego epiros = continente) atinge áreas de dimensões continentais, formando arqueamentos, entumescências ou abaciamientos de grandes conjuntos geológicos. Esses arqueamentos podem ser maiores num ponto e menores em outros, como podem ser levantamentos num lugar e abaixamentos em outros. A lentidão desses movimentos dificulta seu conhecimento e precisa-se também de um ponto de referência fixo para que se possa medir a extensão da epirogênese.

As principais análises de epirogênese são feitas à beira-mar, tanto porque o nível do mar pode ficar fixo durante muito tempo como porque os movimentos de subida e descida do nível do mar são bem conhecidos.

Os movimentos do nível do mar são chamados movimentos eustáticos, podendo ser de dois tipos

a) Transgressão quando o nível do mar se eleva sobre um litoral fixo resultando invasão das águas nos continentes,

b) Regressão, quando o nível das águas abaixa-se sobre uma plataforma litorânea fixa.

Em ambos os casos não houve a epirogênese porque quem moveu foi o mar. As causas de variação do nível do mar são conhecidas:

- a) Tectonismo submarino (modificando a forma do vaso oceânico),
- b) Modificação paleoclimáticas (retendo água no continente sob a forma de gelo ou derretendo esse gelo, como no Cenozóico do Hemisfério Norte).

Isto patenteia a dificuldade de pesquisa dos movimentos epirogenéticos.

Há, todavia, inúmeras provas de epirogênese sem possibilidade de mascaramento por eustasia. A mais significativa é a deposição de sedimentos marinhos em bacias sedimentares continentais. Assim, há muitas bacias desse tipo preenchidas com sedimentos especiais que não se encontram nas orlas litorâneas próximas, indicando claramente que o continente se abaixou permitindo a penetração de mar epicontinental no interior da bacia. A existência de sedimentos continentais superpostos aos marinhos indica a epirogênese positiva da bacia.

Há inúmeros outros exemplos da epirogênese, muitos confirmados por medidas topográficas. Eis alguns:

a) Na Suécia há um levantamento de 19 cm em cada 50 anos e na Holanda um abaixamento de 30 cm em 100 anos;

b) Na península Escandinávia há um levantamento de 1 metro por século,

c) No norte da Alemanha há sinais de arados junto à praia, mostrando que uma região de cultura foi afogada pelo mar;

d) Na Inglaterra há turfeiras (que só se formam sobre o continente) submersas a 40 metros de profundidade;

e) Na Holanda um dique baixou 1 metro em 270 anos.

A explicação mais corrente sobre a epirogênese é baseada na isostasia.

Fixações II

II.1 - Que são movimentos eustáticos?

movimentos do nível do mar ajudando na compreensão da epirogênese
em dois tipos: Transgressão e Regressão

II.2 - Explique o eustatismo por tectonismo submarino

O vaso oceânico a partir de movimentos tectônicos profundos + fundo afundando
II.3 - Explique como pode haver uma regressão por modificações paleoclimáticas
nível ou subindo.

II.5 - Faça uma crítica à afirmação do item e do texto.

II.6 - Faça um resumo da teoria da isostasia

é tanto do equal bulbo do bloco continental sicilian que flutuam no substrato mais densa de marão

III - TIPOS DE MONTANHAS

A orogênese é um movimento que se caracteriza sobretudo por sua competência em deformar (dobrar e/ou falhar) as estruturas rochosas. As falhas e dobras podem ser devidas a perturbações tectônicas ou serem de origem atectônica. As perturbações tectônicas estão associadas à orogênese e a orogênese, por sua vez está associada, via de regra, ao problema de origem das montanhas. Vale dizer: as rochas deformadas por dobras ou por falhas de origem tectônica o foram durante época em que um movimento orogênético transformou sedimentos que jaziam em regiões baixas em altas montanhas. Analisando-se a origem das montanhas pode-se entender melhor o mecanismo de orogênese.

Quando se divide a terra em grandes regiões estruturais distingue-se inicialmente:

- a) Continentes e grandes bacias oceânica que se subdividem em:
- b) Grandes conjuntos estruturais como escudos e bacias estruturais que, por sua vez, se subdividem em:
- c) Grandes unidades estruturais que se subdividem em.
- d) unidades tectônicas elementares como maciços, montanhas, fossas e horst.

Observando esta classificação vê-se que o termo montanha, de acepção popular, pode designar tanto um conjunto de serras dentro de uma unidade tectônica elementar quanto a uma grande cordilheira dentro de um continente.

Num Atlas Geográfico qualquer, as montanhas são designadas em função da altitude em relação ao nível do mar. Mas isto é apenas um elemento descritivo e não explicativo. Nesse estudo trata-se, sobretudo, de conceito geológico de montanhas, em que o elemento de gênese seja prevalente.

Tecnicamente designa-se por montanha apenas as Cadeias de Montanhas (Ing. Mountains Ranges, Fr. Chanes de Montagnes), como sendo uma região elevada cuja estrutura montanhosa corresponde a um geossinclinal émerso. Assim, montanha não tem relação de forma, de relevo ou de altitude, mas sim uma relação com a estrutura das rochas e com sua origem. Nesse sentido, seriam montanhas os Alpes, os Cárpatos, as Montanhas Rochosas, o Himalaia, os Andes, a Serra do Espinhaço (Brasil). E não seriam montanhas a Serra da Mantiqueira, a Serra do Mar ou da Borborema. Fora desse conceito técnico podemos encontrar outras elevações, maiores ou menores, de origens as mais diversas.

Se abandonado o conceito técnico de montanha, encontram-se elevações ou conjunto de elevações que não são ligadas ao geossinealismo, mas têm sua gênese ligada a outros tipos de fenômenos geológicos. São exemplos:

1 - MONTANHAS DE ORIGEM VULCÂNICA - essas montanhas são formadas pela acumulação de material expelido das partes internas da terra. Sua forma mais esquemática é a cônica, com material acumulando-se em torno da cratera. Mas a constituição desse material varia conforme o tipo de vulcão.

Assim, as montanhas formadas nos vulcões havaianos são constituídas apenas de lavas; outros vulcões, como o Paracutin, formam montanhas de material piroclástico, um terceiro tipo de montanha vulcânica é mista, intercalando lavas e material piroclástico, como o Vesúvio.

2 - MONTANHAS RESULTANTES DA EROSÃO - muitas regiões da terra foram aplainadas pela erosão até se transformarem em regiões planas. Depois que alcançam esse estágio de aplainamento final podem ser atingidas por nova fase erosiva, quer por uma modificação climática, o que altera o regime dos rios, quer por sofrerem epirogênese, o que altera o perfil dos rios. Novos talwegues são esculpidos e, de

plana que era, a região passa a ter relevo movimentado como fosse mesmo uma montanha

Essa nova erosão começa a atacar a região plana pelas bordas, de modo que logo se forma uma grande escarpa erosiva. O exemplo clássico é o "Grand Canyon" do rio Colorado. No Brasil as escarpas erosivas são numerosas e bem típicas, a Serra Geral, do Planalto Basáltico do sul, é o melhor exemplo. O Planalto está sendo dissecado pelos rios Pelotas, Uruguai e Jacui, dando desniveis erosivos de até 1 000 metros entre os leitos desses rios e o topo aplainado superior.

3 - MONTANHAS PRODUZIDAS POR FALHAMENTOS - algumas regiões depois de aplainadas, são atingidas por tectonismo que fragmenta a área em vários pedaços e desloca uns em relação a outros, criando grandes escarpas tectônicas com desniveis topográficos que geram aspectos de montanha. O vale do Paranaíba, separado por duas áreas montanhosas (Serra do Mar e Serra da Mantiqueira), é um exemplo brasileiro de montanhas afetadas por falhamento.

Fixações III

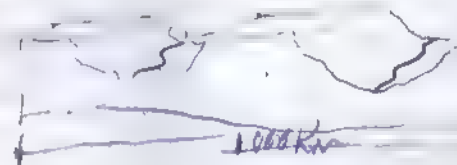
III.1 - As montanhas de origem vulcânica são formadas pelos seguintes tipos de material, com exemplos regionais:

por lavas → montanhas do Harai
material piroclástico → Parícutin
lavas mas material piroclástico → Vesúvio

III.2 - Sabe-se que as montanhas de origem vulcânica são de curta duração. Com o que você aprendeu nesse texto, como poderia ser explicado isto?

O material é facilmente desgastado com a ação do tempo.

III.3 - Faça um desenho esquemático de uma montanha de erosão.



IV - GEOSSINCLINAL

As cadeias de montanhas, no seu sentido técnico, são aquelas geradas principalmente por dobramentos, sendo esses dobramentos ligados diretamente a forças orogênicas de grande intensidade e raio de ação. São exemplos de cadeias de montanhas: Alpes, Apeninos, Cárpatos, Cáucaso, Himalaia, Andes e Montanhas Rochosas.

Estas cadeias de montanhas estão ligadas ao tectonismo orogênico cenozóico. Anteriormente ao Cenozóico, principalmente durante o Pré-cambriano, a orografia da terra teve outras cadeias de montanhas agora aplainadas pela erosão, como as Serras do Espinhaço, do Mar e Mantiqueira.

Todas as cadeias de montanhas, em sentido técnico, possuem algumas analogias importantes:

a) Os materiais que formam essas cadeias de montanhas foram todos depositados, originalmente, no fundo do mar;

b) a extensão das cadeias de montanhas é muito menor que quando eram fundo de mar. Isto indica que a crosta terrestre sofreu um deslocamento horizontal e um enrugamento;

c) As cadeias de montanhas tem todas uma construção bilateral, isto é, as dobras tem sempre duas direções opostas, não necessariamente simétricas;

d) A zona central é mais sujeita à ação magmática e ao metamorfismo;

e) A distribuição geográfica das cadeias de montanhas mostra que elas são compostas geralmente por arcos suaves, sucessivos, estreitos e muito longos,

f) Finalmente, é importante assinalar que as cadeias de montanhas derivam de um geossinclinal, cuja evolução dá às cadeias de montanhas muitas características de analogia.

O geossinclinal é um conceito complexo, que envolve uma série de fenômeno que vão desde uma região propícia a receber sedimentos no fundo do mar, até o soerguimento desses sedimentos e sua trans-

IV.7 - Dê as características de cada fase da evolução do geossinclinal

pré orogênica - mar raso, sedimentação interior
orogênica inicial - sedimentação ondulada, sedi. Fl. 45CH, parte já ao nível do mar
orogênica principal - já emersa, sedi. de melhora, dobramentos intensos magmatismo ácido
pós orogênica - mov. verticais abiss. magmáticos intermediários e básicos

V - CAUSAS DAS FORÇAS OROGENÉTICAS

Durante muito tempo supôs-se que a subsidência dos sedimentos dos geossinclinais fosse proporcional ao peso desses sedimentos. Sabe-se hoje que isto não é verdadeiro e que o geossinclinal está localizado em uma região específica da crosta terrestre que tem a tendência à subsidência. Todavia, não se conhece, senão hipoteticamente, porque apenas algumas regiões são propícias à subsidência.

Há uma segunda questão ligada aos geossinclinais de muito mais difícil solução. Qual a origem da gigantesca força capaz de transformar espessos pacotes de sedimentos de um geossinclinal em uma vasta cadeia de montanhas? As teorias que procuram explicar essas forças e seus mecanismos são as hipóteses geotectônicas. A maior dificuldade de essas hipóteses serem comprovadas está no fato das forças estarem ligadas ao interior da terra, ainda mal conhecida.

O terreno é meramente especulativo.

As inúmeras hipóteses são agrupáveis da seguinte forma



1 - Hipótese da contração - é a mais antiga delas, e foi sendo re-elaborada, ao longo do tempo, por muitos especialistas. Baseia-se no princípio de que a terra perde calor, continuamente, da crosta para o núcleo. Assim, depois de perder calor, a crosta consolidada teria de adaptar seu novo volume ao núcleo ainda aquecido. Nessas condições o núcleo se fraturaria e flutuaria sobre o material fluido. Apesar de constantes reformulações essa é a menos aceita das teorias geotectônicas.

2 - Teoria das correntes magmáticas - é, a cada dia, mais aceita. Está baseada no princípio de que a crosta sólida é muito delgada em relação à espessura de material magmático fluido. Logo, se esta massa fluida se movesse ela arrastaria os fragmentos da crosta, lançando uns contra os outros, comprimindo os geossinclinais e invertendo seus sedimentos a ponto de transformá-los em cadeia de montanhas.

O magma se moveria por diferenças térmicas entre suas várias partes, gerando mecanismos de convecção térmica com modificações na densidade, à semelhança da convecção térmica em água. Aplicando-se a teoria das correntes magmáticas aos geossinclinais, o que causaria a subsidência, a subsidência levaria o piso do geossinclinal a romper-se, o que explicaria o magmatismo. O magmatismo difunde seu calor entre os sedimentos, o que torna o conjunto mais frio e mais leve, o suficiente para levantar o geossinclinal, transformando-o em cadeia de montanhas.

3 - A hipótese das migrações continentais (teoria de Wegener) - é muito sugestiva e muito difundida entre o público em geral. Está baseada na isostasia e nas semelhanças dos recortes dos contornos continentais. Assim, Wegener supôs que todos os continentes de hoje foram reunidos em apenas um grande e hipotético continente, que denominou Pangéia, o Pangéia ter-se-ia desmembrado pouco a pouco, até que no final do Mesozóico todos os continentes já teriam desligado o suficiente para assumirem a posição em que hoje se encontram.

Há muitas sugestões e fatos indicativos da possibilidade de os continentes terem uma base comum, mas, as explicações sobre as forças capazes de fazerem os continentes leves do sial boiarem e viajarem sobre o estrato pesado do sima são consideradas insuficientes. Com efeito, Wegener supôs que essa força fosse derivada da rotação da terra, que faria os continentes migrarem dos polos para o Equador. Nesse deslocamento os geossinclinais seriam comprimidos de um lado e seus sedimentos lançados sobre um outro continente localizado no lado oposto.

Fixações V

V.1 - Qual a finalidade das teorias geotectônicas?

Serve p/ explicar a formação e deformação existentes na crosta terrestre.

V.2 - Como se explica a subsidência dos geossinclinais?

formação em uma cadeia de montanhas.

O geossinclinal está localizado próximo a uma e, às vezes mais de uma região continental. Essa região, chamada ante-país, é erodida e fornece material para encher o geossinclinal. A velocidade máxima desta sedimentação de 1m em 30 000 anos sabe-se que no meio do geossinclinal a espessura dos sedimentos pode chegar até 12 000m, diminuindo rapidamente para as bordas.

A sedimentação do geossinclinal é feita em águas rasas, a uma profundidade média de 900 metros. Essa profundidade de sedimentação independe da profundidade inicial do vaso oceânico que irá receber os sedimentos. Sabe-se, hoje que na medida em que ocorre a sedimentação há também uma subsidência, mantendo o nível de águas rasas. Esse fenômeno não se deve ao peso dos sedimentos, mas à característica própria de geossinclinal.

Assim, por isostasia, a cada subsidência ocorre um levantamento do ante-país e recrudesce a erosão e logo, a sedimentação. A subsidência do geossinclinal cria outros fenômenos correlatos, dos quais o magmatismo varia conforme a fase de evolução do geossinclinal.

A EVOLUÇÃO DO GEOSSINCLINAL

A subsidência não é continua nem regular em um geossinclinal. Ao contrário, é lenta e irregular. Isto é refletido nas variações de fácies, tudo indicando um sobe-e-desce contínuo, intercalando movimentos de sedimentação, paradas e erosão.

Esse conjunto de características pode ser sintetizado pelas seguintes fases:

- 1) Fase pré-orogênica - realizada em mar raso, com sedimentação intensiva e subsidência;
- 2) Fase orogênica inicial - subsidência e sedimentação localmente aceleradas, sedimentação de flysch. Algumas partes aparecem acima do nível do mar. Intenso magmatismo de caráter básico.
- 3) Fase orogênica principal - dobramentos intensos e magmatismo de caráter ácido. Sedimentação em molassa, já totalmente emerso.
- 4) Fase pós-orogênica - caracterizada por movimentos isostáticos e atividades magmáticas intermediárias e básicas.

Esses são alguns conceitos simples sobre geossinclinal. O tema continua a ser investigado e a presente abordagem é apenas inicial.

Fixações IV

IV.1 - Que é um ante-país?

região continental que fornece material, a partir da erosão, para o geossinclinal

IV.2 - Alinhe as principais analogias entre as cadeias de montanhas

→ tudo produz * material de todas proveniências originando no fundo do mar * todos tem uma construção bilateral * zona central + superior, com metamorfismo e atividades magmáticas

IV.3 - Defina geossinclinal.

depressão alongada situada nas bordas continentais cujo o fundo sofre a subsidência por tempo geológico relativamente grandes e tal como permitindo o desenvolvimento de grandes espessuras de sedimentos, que podem ser erodidos e elevados formando cadeias de montanhas.

IV.4 - Distinga geossinclinal, anticlinal e sinclinal.

Se dobras rochas mais antigas no seu núcleo
Se dobras cujo flanco abrempl uma Tenda - rochas mais novas no seu núcleo.

IV.5 - Qual a causa da subsidência em um geossinclinal?

a pressão Tectônica causada pelo dobramento das placas tectônicas

IV.6 - Qual a variação do magmatismo ao longo da evolução do geossinclinal?

pós-orogênica inicial ocorre intenso magmatismo de caráter ácido básico
orogênica principal magmatismo de caráter ácido
pós-orogênica - atividades magmáticas intermediárias e básicas

Classificação dos Minerais de acordo com a composição química

A classificação dos minerais se baseia na tabela internacional de H. STRUNZ. Esta se divide em nove classes, veja tab.1. Cada classe apresenta um grupo aniônico, o qual caracteriza a semelhança química dos minerais nela representados.

A fórmula química de um mineral, de acordo com STRUNZ, mostra o grupo aniônico característico em colchetes. Os ânions F^- , Cl^- , OH^- são separados dos complexos aniônicos através de uma barra (/) dentro dos colchetes:

Ex.: Topásio $Al_2[(F, OH)_2/SiO_4]$

Em geral são minerais raros e com elevada dureza, normalmente as propriedades físicas de cor, brilho, transparência

- nesosilicatos
- Sorosilicatos
- tectosilicatos
- ciclosilicatos
- sorosilicatos
- filosilicatos

(1)

Topásio

ex. p. 4

Bordas

Tab. 1: Classificação química dos minerais
(De acordo com STRUNZ)

Classe	Exemplos
1. Elementos	Metais: Cu, Ag, Au, Pt, Hg Semi-metais: As, Sb, Bi Subst. Simples: C (diamante e grafita, S, Se, Te)
2. Sulfetos	Galena PbS Esfarelita ZnS
3. Halogênios	Halita NaCl Fluorita CaF ₂
4. Óxidos e hidróxidos	Coríndon Al ₂ O ₃ Quartzo SiO ₂
5. Nitratos, carbonatos e boratos	Calcita CaCO ₃ Dolomita CaMg[CO ₃] Cerusita PbCO ₃ Rodocrosita MnCO ₃
6. Sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos	Barita BaSO ₄ Anidrita CaSO ₄ Scheelita CaWO ₄
7. Fosfatos, arseniados e vanadatos	Apatita Ca[(F,Cl,OH)/(PO ₄) ₃]
8. Silicatos	* Composto por seis sub-grupos
9. Minerais orgânicos	Whewelita Ca[C ₂ O ₄].H ₂ O

Classificação química dos minerais

1. Elementos

2. Sulfetos

3. Halogênios

4. Óxidos e hidróxidos

5. Nitratos, carbonatos e boratos

6. Sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos

7. Fosfatos, arseniados e vanadatos

8. Silicatos

9. Minerais orgânicos.

O grupo dos silicatos

A importância deste grupo mineral é devida a frequência que os seus minerais aparecem na crosta terrestre e também devida ao número de importantes aplicações do ponto de vista técnico e econômico.

Os silicatos possuem uma estrutura semelhante, resultante da combinação de grupos $[\text{SiO}_4]^{4-}$, veja fig.1.

ob. $- 8 + 4 = 4 -$

De acordo com a combinação dos grupos $[\text{SiO}_4]^{4-}$, temos os seguintes silicatos:

2/ O grupo dos Silicatos é importante devido a frequência que os seus minerais aparecem na crosta terrestre, também devido ao número de importantes aplicações do ponto de vista técnico e econômico.

É importante devido a frequência que os seus minerais aparecem na crosta terrestre e também devido ao número de importantes aplicações do ponto de vista técnico e econômico.

1. NESOSILICATOS: silicatos com apenas um grupo $[\text{SiO}_4]^{4-}$ isolado.

Ex.: Olivina $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]^*$, importante mineral máfico (escuro) formador de rochas máficas e ultramáficas. Principal formador do manto superior da terra.

Ex.2: minerais deste grupo usados como gemas:

a) Zircão $\text{Zr}[\text{SiO}_4]$

b) Topásio $\text{Al}_2[(\text{F,OH})_2 / \text{SiO}_4]$,

c) Grupo das Granadas:

- Piropo $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$,
granada incolor

- Almandina $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$,
granada geralmente vermelha,

- Grossular $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$,
várias cores entre o amarelo e laranja,

- Andradita $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$,

Tipos de Silicatos:

- Nesosilicatos
- Sorosilicatos
- Ciclosilicatos
- Inosilicatos
- Tectosilicatos

Nesosilicatos
Sorosilicatos
Ciclosilicatos
Inosilicatos
Tectosilicatos.

2. SOROSILICATOS: se caracterizam pela combinação de dois grupos de $[\text{SiO}_4]^{4-}$, o que leva à composição $[\text{Si}_2 \text{O}_7]^{6-}$.

Obs. : são pouco frequentes na crosta.

Ex.: Epidoto

3. CICLOSILICATOS: São anéis silicáticos, resultantes da combinação de grupos $[\text{SiO}_4]^{4-}$ (veja fig.1)

Ex.: Berilo $\text{Al}_2\text{Be}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$

4. INOSILICATOS:

Cadeia simples: Piroxênios

$\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, estes apresentam um ângulo de clivagem de aproximadamente 90° , observado no microscópio;

* os piroxênios são importantes formadores de rochas ultramáficas.

Cadeia dupla:

Anfibólios: apresentam um ângulo de clivagem de aproximadamente 120° , observado no microscópio.

* Mineral importante deste grupo é a horblenda, pois é o mais frequente.

Aparece em rochas magmáticas e metamórficas.

5. FILOSILICATOS

Os minerais deste grupo apresentam uma clivagem perfeita típica, na qual “placas ou planos” de minerais são clivados ou separados em superfícies planas e lisas.

Ex.: Importantes minerais formadores de rochas fazem parte deste grupo:

- micas: frequente em rochas magmáticas, com a muscovita (clara) e a biotita (escura);

- cloritas: frequente em rochas metamórficas;

- Talco: frequente em rochas metamórficas.

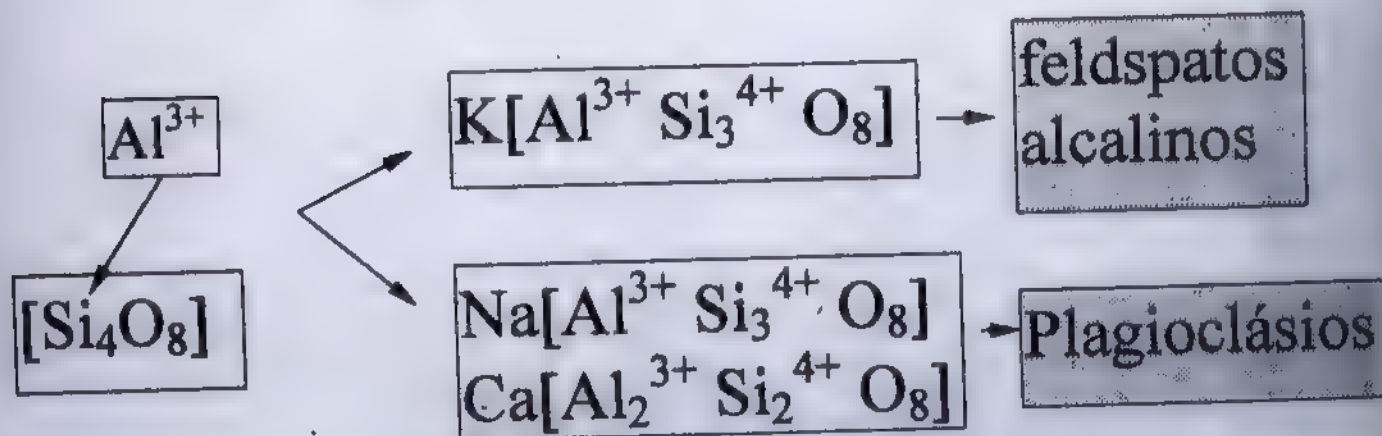
6. TECTOSILICATOS

Onde as unidades de $[\text{SiO}_4]^{4-}$ se combinam de modo a formar uma estrutura tridimensional (veja fig.1).

- SiO_2 - Quartzo pode ser enquadrado neste grupo, além do de óxidos, devido à essa estrutura.

- Feldspatos: resultam da substituição de Si^{4+} por Al^{3+} na estrutura $[\text{SiO}_2]$, resultando:

• onde $[\text{SiO}_2] \times 4 = [\text{Si}_4\text{O}_8]$



Tipos de rochas

De acordo com a gênese as rochas podem ser classificadas em três grandes grupos:

■ Rochas magmáticas ou ígneas;

■ Rochas sedimentares;

■ Rochas metamórficas.

FREQÜÊNCIA DAS ROCHAS

— Mágmatícas: 64,7% —

Metamórficas: 27,4% —

Sedimentares: 7,9% —

No volume de 64% do grupo de rochas magmáticas participam as seguintes rochas:

\ ■ basaltos e gabros: 42,5%

\ ■ Granodiorito e diorito: 11,2%

\ ■ Granito: 10,4%

\ ■ Sienitos, peridotitos e dunitos: 0,6%

— Rochas magmáticas ou ígneas

— Rochas sedimentares

— Rochas metamórficas.

Classificação das rochas magmáticas

—> Plutônicas: rochas formadas em profundidade. Estas podem ser:

- • félsicas (claras): com Quartzo e feldspatos como minerais formadores.
- • máficas e ultramáficas (escuras): com minerais de piroxênio, olivina, anfibólios, micas.

—> - Vulcânicas: rochas formadas em superfície, podem ser:

- • félsicas (claras): com Quartzo e feldspatos como minerais formadores.
- • máficas (escuras): com minerais de piroxênio, anfibólios, micas.

1 De a classificação das rochas magmáticas?

plutônicas: rochas formadas em profundidade.

Estas podem ser:

félsicas (claras): com Quartzo e feldspatos como minerais formadores.

Vulcânicas: são rochas formadas na superfície.

elas podem ser:

máficas (escuras) com minerais de

piroxênio, anfibólios e micas.

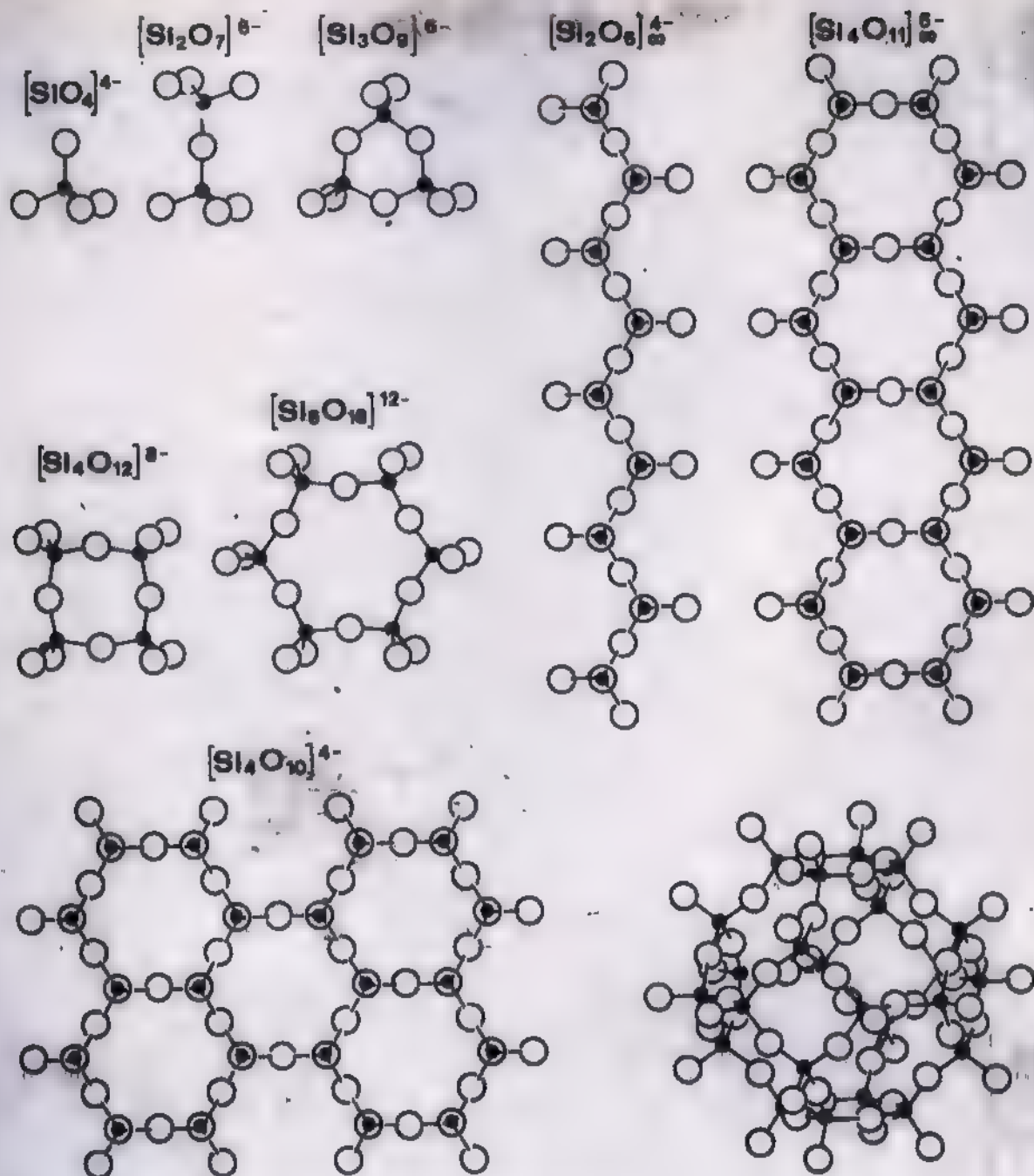


Abb. 50. Die Bauprinzipien der Silikatstrukturen (s. Text)

Die Substitution von Si^{4+} durch Al^{3+} erfolgt wie jeder andere Ersatz ungleich hoch geladener Ionen durch einen elektrostatischen Valenzausgleich, d. h. durch einen Ausgleich der entstandenen Ladungsdifferenz. Die Höhe der Substitution des Si^{4+} durch Al^{3+} kann in den verschiedenen Silikatstrukturen das Verhältnis 1:1 nicht überschreiten. Ein Übergang von Aluminosilikaten zu Aluminaten kommt daher nicht vor.

Fig. 1

20 Ciência que estuda a composição química e a estrutura dos minerais.

Mineral

Pode ser definido como substância homogênea, sólida, de origem natural, que ocorre na terra, na lua e em meteoritos. Com poucas exceções como por exemplo Wewellit $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (oxalato de cálcio) e mercúrio (Hg), são minerais substâncias inorgânicas e cristalinas.

1) como pode ser definido o mineral?

Como uma substância homogênea, sólida; de origem natural, que ocorre na terra, na lua e em meteoritos.

→ E a ciência que estuda a composição química e a estrutura dos minerais.

→ pode ser definido como uma substância homogênea, sólida, com estrutura de origem natural, que ocorre na terra, na lua e em meteoritos.

pode ser definido como uma substância heterogênea, sólida, de origem natural, que ocorre na terra, na lua e em meteoritos.

E a ciência que estuda a composição química e a estrutura dos minerais.

— Gemas ou pedras preciosas:

Em geral são minerais raros, com elevada apreciação devida normalmente às propriedades físicas de cor, brilho, dureza, transparência, etc. Além de minerais podem ser classificadas como gemas os corais, conchas, pérolas, âmbar, sendo que estes últimos se tratam de substâncias orgânicas.

Em geral são minerais raros, com elevada ~~temper~~ apreciação devida normalmente às propriedades físicas de cor, brilho, dureza e transparência, etc. Além de minerais podem ser classificadas como gemas os corais, conchas, pérolas e âmbar, sendo que

Mineralóides:

Em livros americanos são classificadas substâncias minerais não cristalinas como "mineralóides". Ex.: Opala, obsidiana (vidro vulcânico), Hg.

São minerais raros com elevada apreciação devida normalmente às propriedades físicas de cor, brilho, dureza, transparência, etc.

que os dois últimos trata-se de uma substância orgânica.

Em geral são minerais, com elevada apreciação, devida normalmente às propriedades físicas ~~de~~ de cor, brilho, dureza e transparência, além de minerais podem ~~considerar~~ ser consideradas como gemas os corais, conchas, pérolas, âmbar, sendo

Tipos de Minerais:

São conhecidos em torno de 3500 tipos diferentes de minerais.

Minerais formadores de rochas:

Devido à alta frequência com que alguns minerais aparecem na crosta terrestre, temos os denominados "minerais formadores de rochas". Dentre eles podem ser citados 10 tipos de minerais:

Frequência mineral na crosta terrestre

Plagioclásios	39%
Alcalifeldspatos	12%
Quartzo	12%
Piroxenio	11%
Amfibóleo	5%
Micas	5%
Olivina	3%
Argilas	4,6%
Calcita/Dolomita	2%
Magnetita	1,5%

plagioclásios
alcalifeldspato
piroxênio
quartzo
micas
argila
calcita/dolomita
magnetita
amfibóleo
olivina

calcita / dolomita
argila
amfibóleo
alcalifeldspato
plagioclásios
piroxênio
quartzo
micas
olivina
magnetita
argila
plagioclásios
alcalifeldspato
amfibóleo
piroxênio
quartzo
micas
olivina

alcalifeldspato + olivina
plagioclásios + calcita/dolomita
quartzo + magnetita
piroxênio
amfibóleo
argila
micas

Minerais acessórios.

São aqueles que podem ocorrer numa rocha, mas de maneira geral em pequena frequência, como exemplos destes minerais temos, granada, berilos, turmalinas, apatita, andalusita, etc.

Ocorrência dos minerais:

Os minerais aparecem em paredes de bolsões ou fraturas, ou intercrescidos nas rochas.

Intercrescimento: os minerais formadores da rocha ^{que} cresceram simultaneamente e devido a consequente disputa de espaço, apresentam em geral uma textura de grãos ou Textura xenomorfa.

Ex.: A textura do quartzo no Granito é xenomorfa.

- São aqueles que podem ocorrer numa rocha mas de maneira geral, com pequena frequência como ex - Granada, berilos, turmalinas, apatita.

São minerais formadores de rochas que crescem simultaneamente, e devido a consequente disputa de espaço apresentam em geral uma textura de grãos ou Textura.

Como se deu o

Desenvolvimento de facetas externas e crescimento do mineral:

Isto foi devido ao espaço livre existente ao redor dos minerais, quando estes cresceram, por exemplo em uma fratura ou bolsão. *A textura destes é denominada Idiomorfa.*

Ex.: gemas

Drusa:

Associação de minerais de mesma espécie sobre uma mesma base.

Geodo ou bolsão:

São corpos de forma arredondada existentes nas rochas, preenchidos parcialmente ou totalmente com minerais.

Frequentemente apresentam dentro, nas paredes internas, cristais, como por exemplo os geodos com ametista do sul do Brasil.

Rocha:

Agregado mineral heterogêneo, com estrutura geralmente de grãos. A composição mineral depende do tipo de rocha. As rochas são caracterizadas pela sua composição mineralógica e química, sua estrutura e gênese.

A crosta terrestre e lunar é composta por rochas.

Os meteoritos são consideradas amostras de rochas provenientes de outros planetas.

Bibliografia

LEPREVOST; Química analítica dos minerais.

MATTES; 1990; Mineralogie; Springer Verlag.

ESCOLA TÉCNICA FEDERAL DE GOLÁS

CURSO DE MINERAÇÃO

Disciplina: MINERALOGIA (Prof.^o Roberto C. Mendonça)

* Estudo Dirigido

Ana Helena

Cristalografia

Natureza dos Cristais

Um cristal pode ser definido como um sólido poliédrico limitado por faces planas que exprimem um arranjo interno ordenado de átomos ou moléculas. No estudo da estrutura interna das substâncias pelas técnicas dos raios X, dá-se menos ênfase às faces do cristal; considera-se um cristal como um corpo caracterizado por uma extensão de espaço tridimensional mais ou menos rígida de uma unidade característica de estrutura interna. Faz-se distinção entre as substâncias cristalinas e as amorfas. Estas últimas apresentam arranjo fortuito dos átomos ou das moléculas.

Dando-se ênfase à presença ou à ausência das faces do cristal, aplicam-se as seguintes distinções: os cristais euédricos possuem um conjunto de faces completamente desenvolvidas; os cristais subédricos exibem desenvolvimento parcial das faces; nos grânulos anédracos não estão presentes as faces do cristal.

- Um cristal perfeito ou ideal é uma repetição regular nas três dimensões de uma unidade de estrutura denominada cela unitária que, para uma substância cristalina determinada, em condições de pressão e temperatura especificadas, tem sempre o mesmo tamanho e contém o mesmo número e espécies de átomos em um arranjo característico. Quase todos os cristais são imperfeitos em um ou mais aspectos. A análise da intensidade da reflexão dos raios X para vários ângulos de incidência sobre as superfícies dos cristais indica a presença comum de uma estrutura em mosaico na qual o cristal parece estar construído com blocos medindo 10^{-4} cm em um lado, aproximadamente. Os blocos não estão alinhados perfeitamente e formam entre si ângulos medindo poucos minutos ou segundos de arco. Além das imperfeições resultantes da estrutura em mosaico, podem estar presentes dentro dos blocos imperfeições do retículo. O retículo é um

crystal \rightarrow sólido poliedrico limitado por p faces planas mostrando um arranjo ordenado interno de átomos e moléculas ou extensas de espaço tridimensional de unidade interna característica.

\neq entre substâncias cristalinas e amorfas.

cristais - euédricos \rightarrow Faces desenvolvidas

Subédricos \rightarrow parcialmente desenvolvidos

Anédricos \rightarrow não apresentam faces (grânulos)

crystal perfeito ou ideal \rightarrow apresenta o arranjo tridimensional ordenado da cela unitária

* CELA UNITÁRIA \rightarrow UNIDADES DE ESTRUTURA (molécula ou átomo) DO MESMO TAMANHO E ARRANJO CARACTERÍSTICO.

ESTRUTURA EM MOSAICO (IMPERFEIÇÕES NOS BLOCOS 10^{-5} cm (no constit. Tve) OS CRISTAIS)

* IMPERFEIÇÕES DO RETIÍCULO \rightarrow

① Como não pode diferenciar uma substância cristalina de uma amorfa a vista desarmada? (pelas Técnicas do Raio-X?)

Uma substância cristalina apresenta um arranjo simétrico interno de átomos e expandindo-se este arranjo de forma ordenada tridimensionalmente limitando-se por faces planas. Já uma substância amorfa, ela apresenta formato aleatório e ~~desordenado~~ desordenado em suas moléculas.

Através do Raio X a estrutura interna molecular de um cristal apresenta ordem.

② Baseado no Texto classifique os cristais segundo o desenvolvimento de suas faces:

- euédricos - faces desenvolvidas

- subédricos, parcialmente desenvolvidos

- anédricos - não apresentam faces (grânulos)

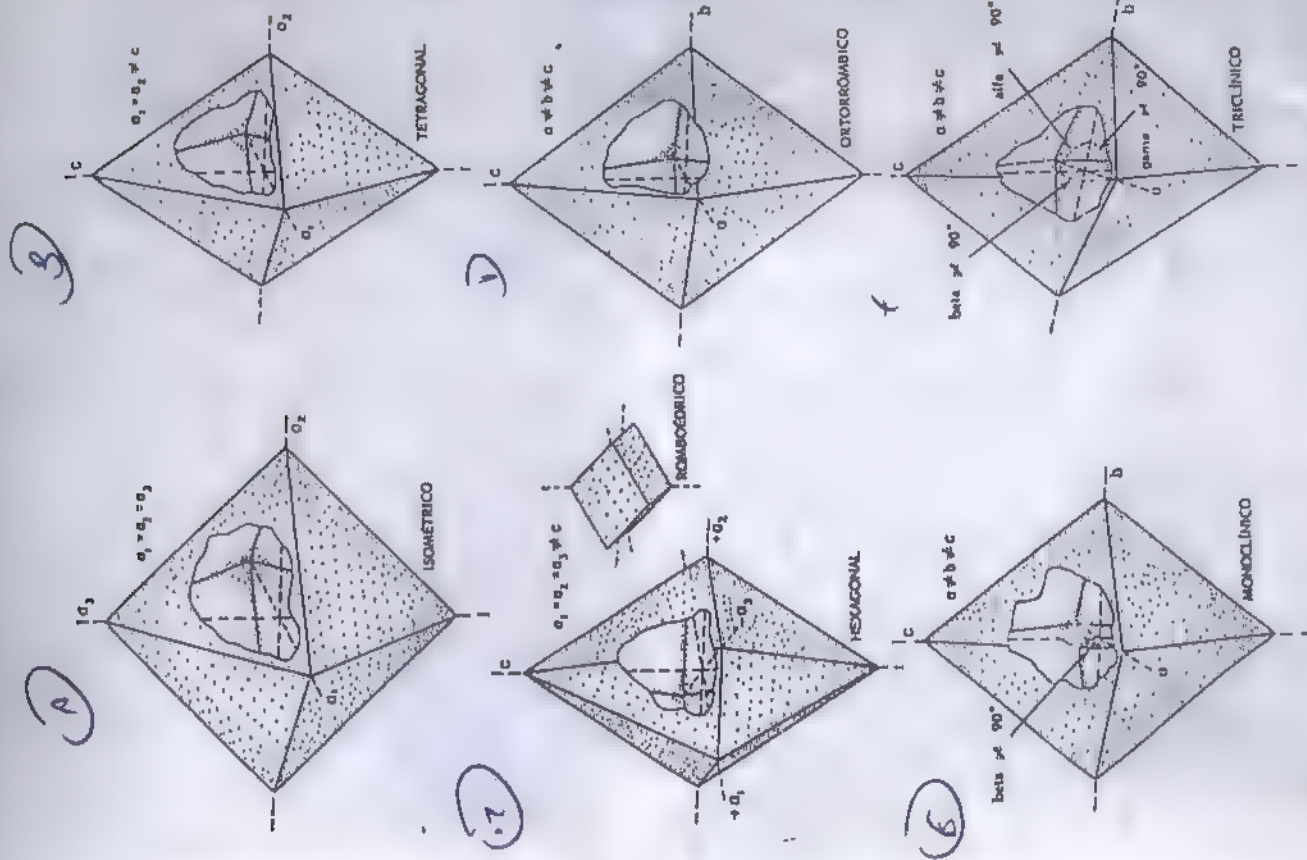


Fig. 1. Esboços nos seis sistemas cristalinos. Todos os eixos têm a mesma orientação em cada um segundo o eixo comum múltiplo.

modelo tridimensional de pontos idênticos no espaço, e cada ponto em um cristal perfeito caracteriza-se por uma certa disposição definida de átomos ou moléculas em redor dele. Nos *refrículos com defeitos*, pode haver posições vazias; átomos, ou grupos deles, girados ou deslocados; átomos intersticiais, ou átomos de uma ou mais espécies deslocados ao acaso. Nos cristais mistos de substâncias isomorfas, as estruturas imperfeitas resultam da substituição dos átomos por outros de tamanho diferente e, em alguns casos, de valência diferente.

As propriedades físicas de um cristal perfeito, em que a relação dos átomos pode ser expressa em números inteiros simples, são constantes para condições especificadas de temperatura e de pressão. As imperfeições nos cristais, qualquer que seja sua natureza, provocam nas propriedades físicas, estando incluídas aí as ópticas, desvios em relação às do cristal perfeito.

Lei da Constância dos Ângulos Interfaciais

Os cristais, em sua grande maioria, são malformados. As condições de crescimento fazem com que os cristais se desenvolvam sem simetria. Os cristais que se precipitam ao mesmo tempo, oriundos da mesma solução, raramente parecem exatamente iguais. Contudo, em uma dada espécie química ou mineral, independentemente das irregularidades de crescimento presentes, os ângulos entre as faces adjacentes ou projetadas, escolhidas de maneira semelhante, são essencialmente constantes.

Eixos do Cristal e Sistemas Cristalinos

As faces de um cristal referem-se, de maneira conveniente, a linhas ou direções imaginárias que podem ser usadas para descrever a posição de uma face ou de um grupo de faces no espaço. Estas linhas ou direções são denominadas *eixos cristalográficos* (Fig. 1). Todos os cristais distribuem-se naturalmente em seis sistemas, baseados em seis agrupamentos simples, geométricos, dos eixos cristalográficos. Os seis sistemas são os que seguem:

I. Sistema *Isométrico*. Os cristais incluídos neste sistema referem-se a três eixos iguais, perpendiculares entre si. Os eixos são designados por a_1, a_2, a_3 .

II. Sistema *Tetragonal*. Todos os cristais referíveis a três eixos perpendiculares entre si, dois iguais e um maior ou menor do

③ Conceitue a unidade de um cristal: é o arranjo característico que é uma unidade de estrutura que para uma substância cristalina determinada contém o mesmo número e espécie de átomos em condições de pressão e temperatura especificadas.

④ Que efeitos podem provocar as imperfeições no cristal?

A partir de exames feitos c/ Raio X, vemos ~~as~~ ^{as} estruturas em mosaico para qual parece que o cristal foi formado por blocos de 10^{-5} cm, o qual não está alinhado perfeitamente.

Um outro tipo são as imperfeições do retículo, podendo haver posições vazias, átomos ou grupos deles deslocados, ou disposições ao acaso de átomos.

⑤ Qual pode ser a importância da Lei de constância dos ângulos interfaciais de um cristal? (ver li de Steno)?

A partir desta lei descobrimos que todos os cristais são agrupados e distribuídos em 6 sistemas, baseados nos eixos cristalográficos.

⑥ Defina eixos cristalográficos de um cristal. Quais os tipos?

Linhas em direções imaginárias que servem para descrever o posicionamento e disposição de uma face ou um ~~por~~ grupo de faces no espaço.

⑦ - ISOMÉTRICO = $a_1 = a_2 = a_3$

- TETRAGONAL = $a_1 = a_2 \neq c$

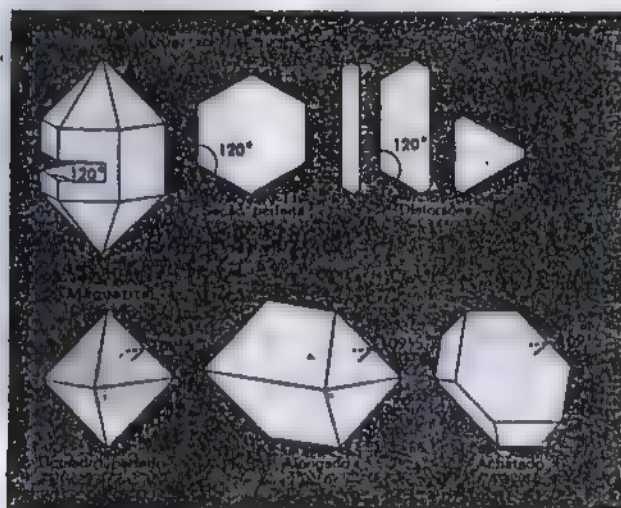
- HEXAGONAL = $a_1 = a_2 = a_3 \neq c$

- ORTORRÔMBICO = $a \neq b \neq c$

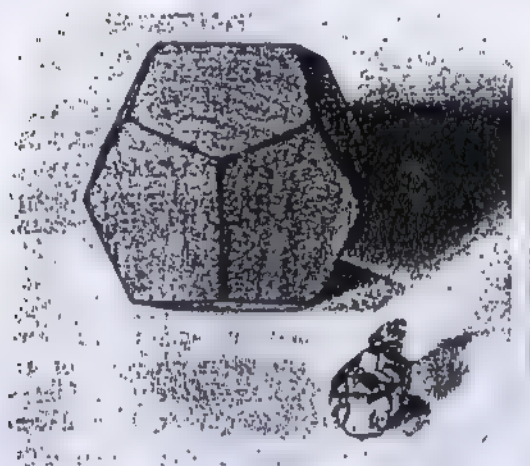
- MONOCLÍNICO = $a \neq b \neq c$ $\beta \neq 90^\circ$

- TRICLÍNICO = $a \neq b \neq c$ $\beta \neq 90^\circ$ $\alpha \neq 90^\circ$

CRISTALOGRAFIA



Lei da Constância dos Ângulos Interfaciais



⑦ Do que se baseiam os sistemas cristalográficos?
Comente o sistema isométrico e triclínico.

Baseiam-se na distribuição dos eixos cristalográficos e
seus ângulos de intersecção.

* Isométrico - 3 eixos iguais perpendiculares entre si

* Triclínico - 3 eixos desiguais e cortam-se formando ângulos
agudos e obtusos - $a \neq b \neq c$ e $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$

⑧ + Corrente Índice de Miller, comentando sua importância

O índice de Miller são os inversos dos parâmetros eliminada a
parte fracionária. Os parâmetros ~~se~~ expressam por uma série de
números as intersecções relativas na aquela face sobre os
eixos cristalográficos.

A partir dos índices facilitou a representação dos cristais.

⑨ Diferencie a forma de um cristal aberta e uma fechada.
Dê exemplo de uma forma qualquer indicando todos os seus
índices de Miller

* Cristal de forma fechada \rightarrow p/esc, com uma formas que limitam
espaço e podem existir por si só

Cristal de forma aberta \rightarrow não limitam espaço e somente podem
existir em combinação com outras formas.

Forma bipirâmide índice 1011

10) Explique todo um dos elementos de simetria de um cristal. Dê o grau de Simetria de um cristal cúbico.
Halite, Fluorita, Pirita, Galena

✓ CENTROS DE SIMETRIA - Se uma linha tirada de qualquer ponto situado em sua superfície passar através do centro do cristal e emergir em um ponto semelhante ao lado oposto e à mesma distância do centro.

✓ PLANO DE SIMETRIA - ocorrer se um plano imaginário atravessar o cristal e dividi-lo em metades simétricas, cada uma delas sendo a imagem no espelho da outra.

1) EIXOS DE SIMETRIA - é a linha imaginária na qual o cristal cristal pode ser girado e se veja, linhas, faces ou ângulos idênticos, pelo menos duas vezes durante uma rotação completa.



Grado de Simetria de um cristal cúbico

os outros dois, pertencem a este sistema. Os eixos são designados a, b, c .

III. Sistema Hexagonal. Inclui o sistema trigonal admitido alguns cristalógrafos. Abrange todos os cristais que são referidos a três eixos: três destes situam-se em um plano, cortam-se formando ângulos de 60° e 120° graus, e têm comprimento igual; o quarto eixo é perpendicular ao plano que inclui os outros três, sendo maior ou menor do que os outros eixos. A designação destes eixos é a seguinte: a, b, c . O sistema hexagonal tem sido subdividido em *disigonal* e *divisão rombóedrica*.

IV. Sistema Ortorrômbico. Este sistema inclui todos os cristais referíveis a três eixos desiguais, perpendiculares entre si. Designam-se os eixos por a, b e c . Por convenção, os cristais ortorrômnicos são orientados de tal forma que a interceptação unitária sobre o eixo a é maior do que a verificada sobre o eixo b .

V. Sistema Monoclínico. Este sistema contém os cristais referíveis a três eixos desiguais: dois estão em um plano e cortam-se formando ângulos agudos e obtusos; o terceiro eixo é perpendicular ao plano que inclui os outros dois. Os eixos são designados por a, b, c . O ângulo obtuso entre as extremidades positivas dos eixos a e b é identificado por β (*beta*).

VI. Sistema Triclínico. Este sistema contém todos os cristais referíveis a três eixos desiguais e cortam-se formando ângulos agudos e obtusos. Os eixos são designados por a, b e c . Os ângulos entre as extremidades positivas dos eixos a, b e c são designados por α, β e γ (*alpha, beta e gamma*), respectivamente.

Relação Axial

A relação axial de um mineral ou substância química cristalina refere-se a cada espécie. Comumente, determina-se a relação axial escolhendo-se uma face bem desenvolvida do cristal, e calculando-se, depois, as interceptações sobre os eixos. A Fig. 1 mostra as faces de um cristal que foram escolhidas para a unidade, e define a unidade de interceptação sobre cada eixo. A técnica moderna que utiliza as relações axiais na escolha da face apropriada para o cálculo da relação axial pode ser determinada em certos

CRISTALOGRAFIA

substâncias pelo método dos raios X, sem levar em consideração a forma exterior do cristal.

No sistema isométrico, todos os eixos são iguais; assim, a relação axial para todos os cristais isométricos é a mesma. Nos cristais tetragonais, os eixos laterais têm o mesmo comprimento, o eixo vertical é maior ou menor. Tudo o que é necessário é uma declaração da interceptação sobre o eixo vertical relativamente sobre os eixos laterais; por exemplo, $c = 1,1321$ indica que a interceptação sobre o eixo c está para a interceptação sobre o eixo lateral como $1,1321$ está para 1 . O mesmo tipo de raciocínio aplica-se ao sistema hexagonal. No sistema ortorrômbico, a interceptação sobre o eixo b é tomada como unidade e a relação axial afirma-se do seguinte modo: $a : b : c = 0,8131 : 1 : 1,2034$.

Nos sistemas monoclínico e triclínico é necessário declarar não somente a relação axial, mas também as relações angulares dos eixos.

Lei das Interceptações Racionais

Uma vez estabelecidas as interceptações, a posição de qualquer face do cristal pode ser descrita, mediante a determinação de suas interceptações sobre cada um dos eixos, em relação às interceptações unitárias. Ao fazer-se esta avaliação, é útil a *lei das interceptações racionais*. Esta lei afirma que as relações entre as interceptações das faces de um cristal devem ser números racionais, isto é, $1 : 2, 3 : 3/2, 4 : 2/3$ etc. mas nunca $1 : \sqrt{2}$ etc.

Parâmetros e Índices

Os parâmetros da face de um cristal expressam, por uma série de números, as interceptações relativas por aquela face sobre os eixos cristalográficos. As interceptações relativas são indicadas em termos das interceptações unitárias. Por exemplo, os parâmetros da pirâmide unitária no sistema ortorrômbico são $a : b : c$. Outra pirâmide pode ter os parâmetros $1/3a : 1/4b : c$.

Os índices de Miller são os inversos dos parâmetros, denominada a partir de seu autor.

As relações entre os parâmetros e os índices estão indicadas nos seguintes exemplos:

Índices de Miller

$a_1 : a_2 : a_3$	111
$\infty a_1 : \infty a_2 : c$	001
$a_1 : \infty a_2 : -a_3 : c$	101
$\frac{1}{2} a : \frac{2}{3} b : c$	432
$\infty a : \frac{3}{5} b : c$	053
$\frac{1}{3} a_1 : \frac{1}{3} a_2 : c$	331
$a_1 : a_2 : 3c$	331

As faces do cristal são representadas mais facilmente pelos índices do que pelos parâmetros; por isso, usam-se quase exclusivamente os índices. Estes, de forma geral, podem ser designados pelas letras h, k, l e l .

Formas de Cristais

Cristalográficamente, uma forma é uma face ou um grupo de faces possuindo relações iguais para com os eixos cristalográficos. Por exemplo, um cubo é uma forma constituído em seis faces semelhantes, cada uma delas sendo perpendicular a um eixo do sistema isométrico e paralela aos outros dois. Quando duas ou mais formas estão presentes em um cristal, diz-se que ele é uma combinação.

A Fig. 2 mostra formas simples e combinações nos seis sistemas de cristais.

Quando se usam índices para designar as faces individuais, são eles colocados entre parênteses. Assim, $(1\bar{2}1)$, $(h0l)$, (hkl) designam faces individuais. Se os índices estão incluídos em colchetes, assim, $\{0kl\}$, $\{120\}$, $\{hkl\}$, $\{hkl\}$ referem-se a uma forma completa e não a uma face individual de uma forma. As formas que limitam espaço e podem existir por si sós, por exemplo um cubo, denominam-se formas fechadas. As formas abertas não limitam espaço e somente podem existir em combinação com outras formas.

Não existe coincidência de opiniões sobre o melhor método para atribuir nomes às formas, exceto para as mais simples. Contudo, face ou forma de um cristal pode ser descrita adequadamente e de

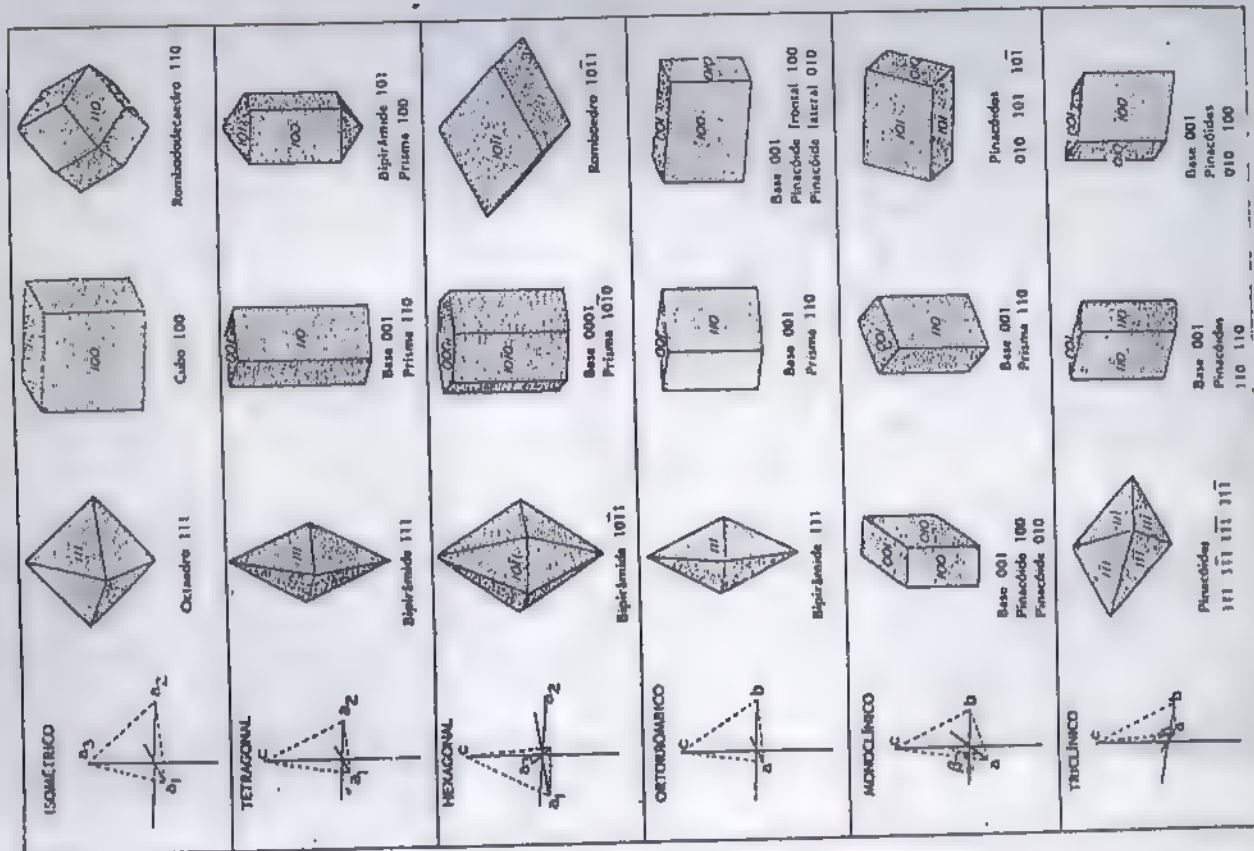


Fig. 2. Formas simples e combinações nos seis sistemas de cristais.

CRISTALOGRAFIA

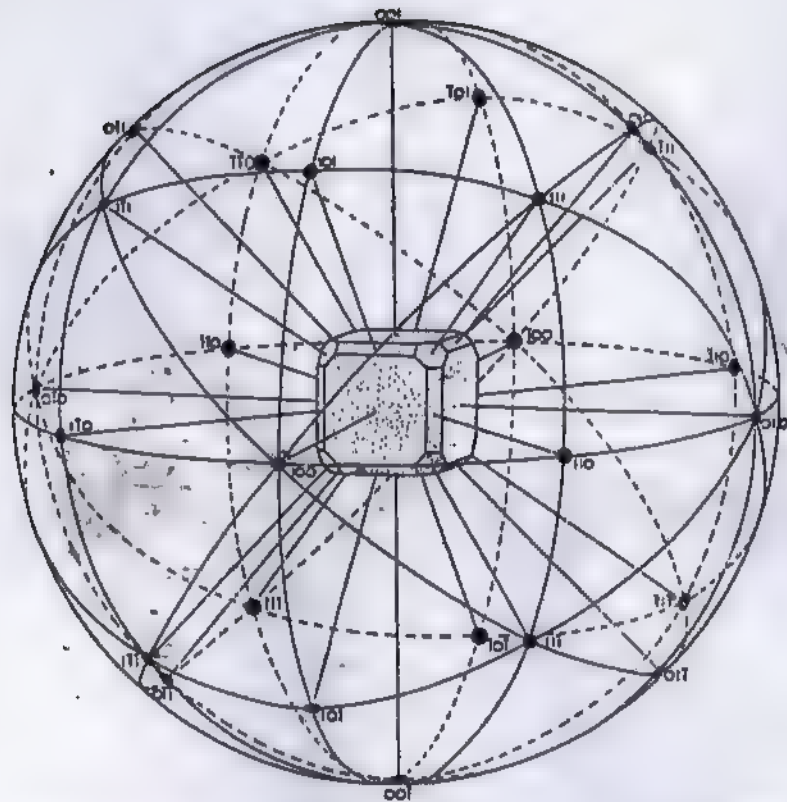






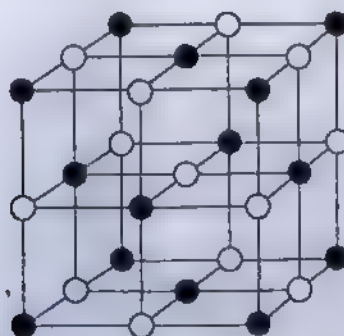


Fig. 15. Projecção esférica do cubo (100), octaedro (111) e dodecaedro (110).

Sistemas cristalinos

<i>Eixos cristalográficos</i>	<i>Nome</i>	<i>Formas cristalográficas</i>	<i>Minerais</i>
	Cúbico	Cubo Octaedro Rombododecaedro Icositetraedro	Diamante Pirita Halita
	Tetragonal	Prismas e pirâmides tetragonais	Calcopirita Rutílio Zircão
	Hexagonal Trigonal	Prismas e pirâmides hexagonais Prismas e pirâmides trigonais Romboedro	Apatita Berilo Coríndon Calcita Quartzo Turmalina
	Ortorrômbico	Prismas e pirâmides rômbricas	Barita Enxofre Topázio
	Monoclínico	Prismas com faces inclinadas	Gipso Moscovita Augita
	Triclinico	Pinacóides (pares de faces)	Albita Anortita Distênio

Minerais



Estrutura reticular atômica da halita

Branças: cloro, negras: sódio

Elementos de Simetria

Os elementos de simetria incluem o centro de simetria, os planos de simetria e os eixos de simetria. Diz-se que um cristal possui um centro de simetria se uma linha traçada de qualquer ponto situado em sua superfície passar através do centro do cristal e emergir em um ponto semelhante no lado oposto e à mesma distância do centro. Um plano de simetria estará presente se um plano imaginário puder ser passado através do cristal de forma a dividi-lo em metades simétricas, cada uma delas sendo a imagem no espelho da outra. Eixo de simetria é a linha imaginária ao redor da qual um cristal pode ser girado de maneira que se vejam faces, linhas ou ângulos idênticos, pelo menos duas vezes durante uma rotação completa. Vêem-se melhor os elementos de simetria em cristais simétricos, perfeitamente formados (Fig. 3).

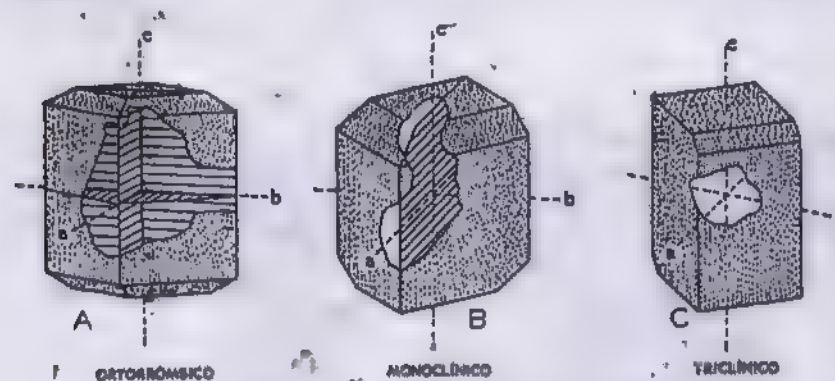


Fig. 3. Elementos de simetria em cristais seleccionados.

- A. Cristal ortorrômbico mostrando três planos de simetria (identificados por linhas paralelas), três eixos de simetria binária, cada um deles paralelo a um eixo cristalográfico, e um centro de simetria.
- B. Cristal monoclínico com um plano de simetria (identificado por linhas paralelas), um eixo binário paralelo ao eixo *b* e um centro de simetria.
- C. Cristal triclínico tendo somente um centro de simetria.

Um quarto elemento de simetria, o eixo de inversão rotatória, é um elemento composto que combina a rotação ao redor de um eixo com a inversão em torno do centro. Precisa-se deste elemento para a explicação da simetria somente de alguns cristais, nos quais é ela muito baixa.

Existem 32 combinações possíveis dos elementos de simetria que dão origem às 32 classes de cristais.

*CRISTALOGRAFIA MORFOLÓGICA

- FIXAÇÃO -

- 01.- Como você pode diferenciar uma substância Cristalina de uma Amorfa à vista desarmada ? E pelas técnicas dos Raios-X ?
- 02.- Baseado no texto, classifique os Cristais segundo o desenvolvimento de suas faces :
- 03.- Conceitue "Cela Unitária" de um cristal :
- 04.- Que efeitos podem provocar as imperfeições nos Cristais ?
- 05.- Qual pode ser a importância da Lei da Constância dos Ângulos Interfaciais de um Cristal (ou Lei de Steno) :
- 06.- Defina "Eixos Cristalográficos" de um cristal : Quais os tipos ?
- 07.- No que se baseiam os Sistemas Cristalinos ? Comente os Sistemas Isométrico e Triclínico :
- 08.- Conceitue Índice de Miller, comentando sua importância:
- 09.- Diferencie uma Forma de Cristal aberta e uma fechada . Dê exemplo de uma forma qualquer, indicando todos seus índices de Miller.
- 10.- Explique cada um dos Elementos de Simetria de um Cristal. Dê o Grau de Simetria de um cristal cúbico (ex. Halita, Fluorita, Pirita, Galena).

① → porém é válido somente para regiões mais extensas da
crosta → por ex. da Terra 6367 Km → o que resultaria
em Temperaturas $\pm 200.000^{\circ}\text{C}$ mesmo
de acordo com estudos nos últimos 4000 e 5000°C.
Deduzido-se que o ~~grau~~ gradiente geotérmico diminui
com a profundidade.

fatores da crosta que influenciam o grau e o gradiente →

① Condutividade Térmica das rochas

→ gradiente Térmico qto → Condutibilidade

② reações ~~endotérmicas~~ ~~exotérmicas~~
~~EXOTÉRMICAS~~ (DESPENDIMENTO DE CALOR)
OU
ENDOTÉRMICAS (ABSORÇÃO DE CALOR)

③ PROXIMIDADES DE MASSAS MAGMÁTICAS (ALTO PONTOS DE FUSÃO)
PROVOCANDO MOVIMENTOS NOTÁVEIS

④ CONCENTRAÇÃO DE ELEMENTOS RADIOATIVOS

→ No caso do Brasil o grau geotérmico é
→ sob o nível e cicatrizado.

07.02.99

(I)



qto mais próximo ao polo, mais próximo ao núcleo e mais pesado fica o corp por nos polos a terra é achatada

- > diferenças gravimétricas em áreas montanhosas
- > mais homogêneas nos platos continentais e oceanos

-> ISOSTASIA -> estado de equilíbrio dos blocos continentais
sialicos que flutuam no substrato mais denso do manto

temperatura -> geotermia GEOTERMIA

~~até~~ até uma profundidade entre 10 a 20 m

Temp -> influenciada pela média anual.

GRAU GEOTÉRMICO + aumenta de acordo c/ profundidade.

ex. poços petrolíferos

erupções vulcânicas

NÍVEL NEUTRO ou ZONA DE TEMPERATURAS CONSTANTES

pleno de
composições de rochas
carac. térmicas
temperatura de água

GRAU GEOTÉRMICO -> N° DE METROS

NECESSÁRIOS P/ AUMENTO DE 1°C
na temp.

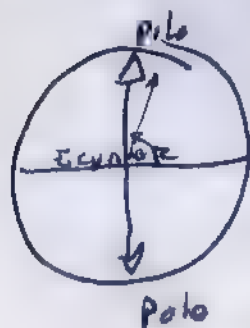
GRADIENTE GEOTÉRMICO -> N° DE GRAUS que a TEMP AUMENTA ao ATINGIR
SÓ 100 METROS. -> EXPRESSA o valor do aumento da Temp. c/ a
PROF.

ex. a temp varia a partir de 33m -> tendo assim gradiente

de 3°C/100m

Campo magnético é dividido em dois componentes
 ↳ o horizontal e o vertical

(III)



> a aprox/ no pólo > a afastar

* No Equador a linha prevalece a horizontal
 * Nos pólos prevalece a ~~linha~~ vertical

* inclinação magnética - quanto maior o ângulo da agulha c/ a horizontal, esta estará mais próxima ao pólo

* declinação magnética - quando estiver próximo ao horizontal

→ Eixo Geomagnético (via o campo magnético)

N coincide c/ $\neq 11.5^\circ$

Eixo Geográfico



o campo magnético sofre variações diversas.

A CRUSTA	{	magnéticas	{	A CRUSTA	{	30K de espessura
		Sedimentares				
		metamórficas				

→

METEORITOS

SIDERITOS

90% FERRO

SIDERO LITOS LIG. FERRO/NÍQUEL

ASERO LITOS → IGUAIS ÀS ROCHAS TERRESTRES

CORPOS SÓLIDOS

✓ MAT. ELÉTRICOS

DO RS DO

DO SOL

x meteoros

↓
PARTEIR DA DESIGNAÇÃO

PROPO-SS
ESTRUTURA
SIMILAR
✓ A TERRA

ZONA POUCO DENSE
CAMADA INTERMEDIÁRIA
NÚCLEO FÉRREO

ESTRUTURA DA TERRA

+ ATMOSFERA

+ BÍOESFERA

x HIDROSFERA

+ CORTE

x MANTO

+ NÚCLEO

corra

rochas graníticas

rochas basálticas

descontinuidade Mohorovicic

rochas ultrabásicas

* meia vida \rightarrow Transcorrida em Tempo (T)

Sua massa inicial será transformada
em outra após $2T$
desintegrando-se novamente

ficando a quarta parte

idade da Terra e o tempo transcorrido desde que
a massa e volume eram semelhantes aos atuais.

ondas primárias (P) \rightarrow longitudinais, maior alcance
semelhante a ondas sonoras

ondas secundárias (S)

$<$ densidade
 $>$ densidade
 \rightarrow vel. aumenta

não se propagam através

dos líquidos

ondas longas (L) ondas de superfície

ondas diferentes em certas profundidades

(a) 1 a 15 Km

(b) 30 a 40 Km descontinuidade de Mohorovicic

(c) 2.900 Km " de Dahr

* I. Q. A.

(introduz a questão ambiental
* desmembrando Sinteriores)

fig. de maneira
reconstruída

8 energia solar

→ 22. 03. 95 1ª Segunda
geologia

Tipos de montanhas

- de origem vulcânica
- resultante de erosão
- produzidos p/ filamentos

→ montanhas de origem orogênicas

→ montanhas "piroclásticas" → Fuji, Kilimanjaro

4 epigênicas

Videir & A.

* Bioten

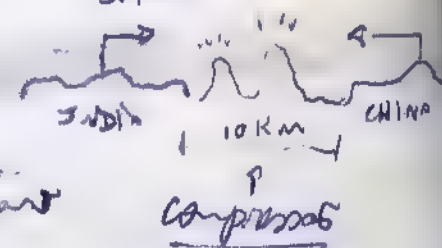
a uso do
recursos
naturais

no 2º ano
7 billos
de 30
anos



Dúctio

Himalaya ex



iguais aos Andes

→ ~~geossinclinal~~ GEOSINCLINAL

- São depressões alongadas
5 km de largura nos
continentes cujo fundo
está sujeito a subsidência
por tempo geológico
relativamente longo
permitindo acumulação
de grandes espessuras
de sedimentos que posterior-
mente se elevam-se formando
cadeias de montanhas

ESCOLA TÉCNICA FEDERAL DE GOIÁS

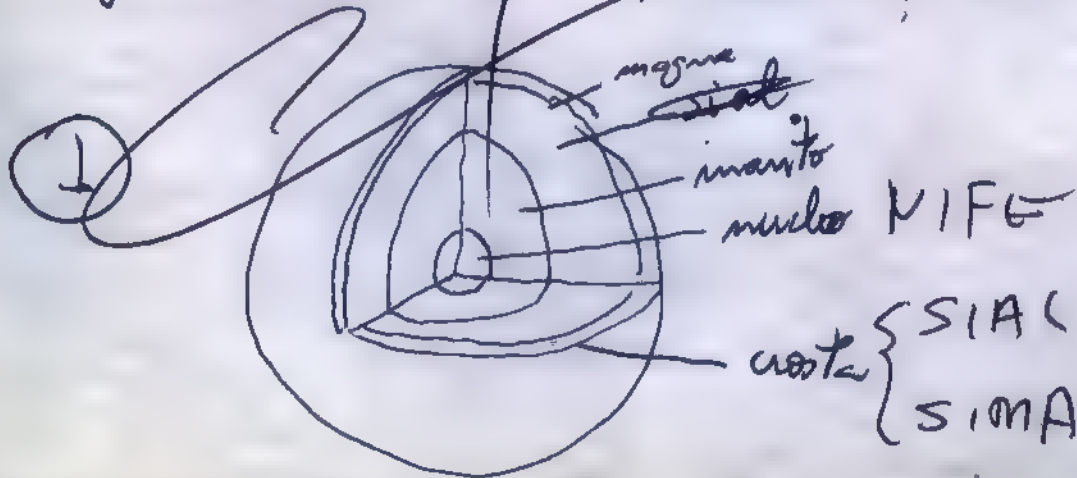
AValiação DE GEOLOGIA GERAL

NOME PIER PAOLO RONDANI TURMA MINERAÇÃO POS MEDIO
RONDANI NOTURNO

QUESTÕES

- 1- Descrever e ilustrar a constituição interna do globo terrestre.
- 2- Explicar o método de datação das rochas
- 3- O que se entende por declinação e inclinação magnética?
- 4- Qual é a relação existente entre grau geotérmico e gradiente geotérmico?
- 5- Dissertar sobre as origens das rochas sedimentares.

④ A relação existente entre graus geotérmicos e gradiente geotérmico é inversamente proporcional onde grau geotérmico é a profundidade necessária para ocorrer o aumento de 1°C na temperatura geotérmica. enquanto que gradiente geotérmico determina quanto graus aumentou a temperatura em 100 m de profundidade



o campo magnético da Terra proporcione dois compo-
nentes de atração um vertical outro horizontal

o eixo vertical determina a ação de atração por
parte dos pólos, o Horizontal determina o ^{EQUADOR} ~~(EQUADOR)~~

No caso da bússola, quanto maior o ângulo formado
pela agulha com o eixo horizontal denominamos
de inclinação magnética

quanto ~~(menor)~~ mais próximo a agulha do Eixo

horizontal no caso o Equador o ângulo torna-se
menor ocorrendo entre a declinação magnética

② As rochas são datadas a partir da comparação
baseadas na meia vida de um determinado
~~composto~~ componente mineral ^{que} sofre com o passar
do tempo onde a partir daí estipula-se em que
período a rocha se formou.

③ O Degaste de rochas magnéticas pela ação do tempo,
chuvas, degaste erosivo, ou pt por fricção provo-
cam deposição arenosas que, o calor, temperatura e
pressão, acabaram por sedimentar-se transformando-se
em rochas Sedimentares → sua constituição é menos densa
e homogênea e alguns exemplos de ~~rochas~~ rochas sedi-

Nome Piêe Paulo Rousson Turma Nº
Pos-MEDIO NOTURNO

Questões:

- 1- Diferenciar Tectonismo de Vulcanismo.
- 2- Descrever os vários tipos de materiais piroclástico.
- 3- Relacionar e ilustrar os vários tipos de corpos plutônicos concordantes.
- 4- Como podemos distinguir os movimentos orogenéticos dos movimentos epirogenéticos.
- 5- Descrever as várias fases na evolução de um geossinclinal.

5- fase pré-orogênica - início de subsidência geossinclinal e de depósito de sedimentos

fase orogênica inicial - magmatismo básico, iniciando a formação de sedimentos atingindo o nível do mar, ~~(acumula)~~ acumula de molassa.

fase orogênica principal - magmatismo ácido, corpo já está ~~acumula~~ acima do nível do mar, acumula de Flysch.

fase pós-orogênica - magmatismo básico e intermediário, a formação está completa.

4- movimentos orogênicos são movimentos rápidos da crosta terrestre que ocasionam dobras ou falhas. Os exemplos mais típicos são os terremotos e o vulcanismo.

movimentos epirogenéticos são movimentos de caráter mais lento e mas tem força suficiente para lançar dobras ou ~~(#)~~ falhas na crosta.

2- São corpos compactos de elementos magnéticos, com certa plasticidade como exemplo temos o Sílex, formado a partir do material expelido dos vulcões.

① Tectonismo - movimentos, distúrbios ou deslocamentos de placas da crosta terrestre onde ocasiona falhas e dobras.
Como exemplo temos os terremotos, Sismos.

Vulcanismo - ~~provocado~~ pela alta pressão de material magmático que aproveita locais da crosta para expelir substâncias a altíssimas temperaturas remodelando a crosta na forma de montanhas vulcânicas

LAPIDAGENS

→ PEDRA BRUTA → JAZIDAS → TERRENOS → ESTRUTURAS GEOLÓGICAS → PROFUNDAS

→ SUBSOLO

→ COMPRAR AS PEDRAS → TALHE → PEDRAS PRONTAS

→ COMÉRCIO → EX CAISTAS → ECLOS INCRUSTAR EM JOIAS

CHAVEÍROS · ARTESANATO EX: JOGO D'AMAS
PIRÂMIDES JOGO XADREZ
PINGENTES RUNAS

→ LÍNEA DE PRODUÇÃO

→ DIR ATÉ O CAMPO → COPORE.

LÍNEA DIRECIONADA → LOJAS ESOTÉRICAS
CASAS ESPIRITUALISTAS
REVISTA PLANETA

→ PEDRAS INTERESSANTES

→ TURMALINAS
→ AGATO
→ TOPÁZIO
→ CRISTAL
→ AMETISTO
→ ÁGUA MARINHA

AVANÇADO:

→ NOME

→ EXPORTAÇÃO - ARGENTINA, pontos TURÍSTICOS, São Paulo

VENDA POR LOTES

NOME:

"JOALHERIA"

~~"JÓIA"~~
"ÁGATA"

COMÉRCIO DE PEDRAS

COMÉRCIO DE PEDRAS

→ DESLOCAMENTO ATÉ AS CIDADES E/OU GRIMPOS

BIXO GYN/SAO

USAR FAX

TABELA: GRAMA	Kilo
PEDRA	
VALOR	

→ obter licença

→

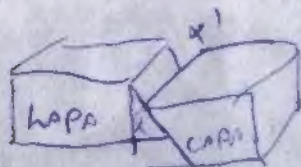
- * Traga todos os exercícios
- * folhe sulfite (24)
- dividido A2, A3, 2A11



* 07.04.99

- * ductos / Rígidos
- * ruptos / plásticos

* deformação → rígidos / plásticos / diaclases ou juntas
falhas



rejeito aparente

grão de quartzos

→ minerais formados in situ

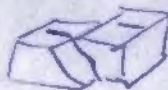
quebras
onde não ocorre
deslocamento
dos blocos

* falhas acidentadas

* se deve falha de gravidade

* + subiu + inversa ou empurrando (carregamento)

* horizontal Transversante



"Drag Fold"



placas litotectônicas
espaçadas da rocha
por dilatação
tensional

* perfis topográficos associados ao
plano de falha: 1° exemplo de falha

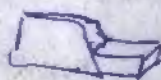
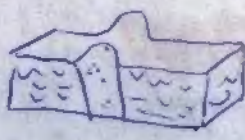
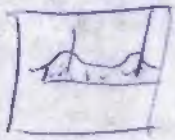


foto 5.5.

2- bloque de linha de falha | 3. alinhamento da mesma



(II)

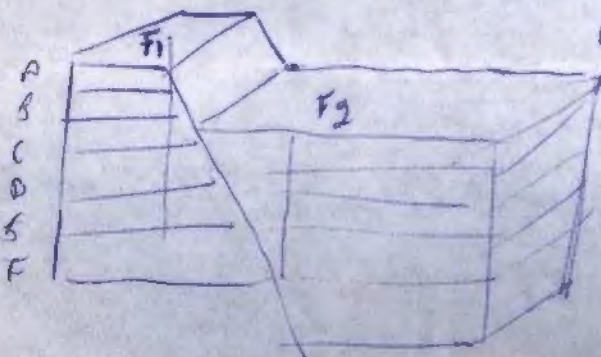
4. rede de falha



* pesquisa no internet

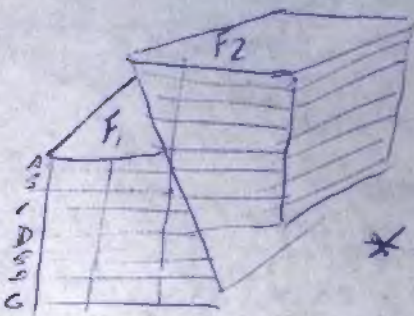
* Feições geológicas associadas ao plano de falha

* Ondas de (rad) camadas



$F_1 = A, B, C, D, E, F$

$F_2 = A, B, C, F$



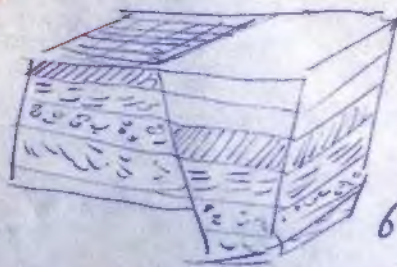
$F_1 = A, B, C, D, E, F, G$

$F_2 = A, B, C, D, B, C, D, E, F, G$

* repetição de camada

3 - Percentimidade de camada

III



4 - Brecha de folho

5 - milonito

6 - Dug fold

Dados (A) requerente minerar mundo novo LTDs

CGC 02.278.974/0001-49

(B) End. Av. 85 Nº 255 S. SUL

GYN - 60 (062) 2811674

(C) JULEG 03478917761

(D) Geologo JACCARDO CREA 1874/D DF

(E) END. AV. TIO N 383 APT 201 S. BUENOS

(F) CPF 093280245-21 GYN - 60

(G) Subs. CALCARIO Dolomítico

UTIL. core. de solo

(H) RIO VERDE - GO

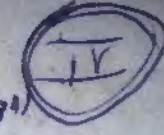
Loc. FAZ. ALGERS DE JUS DA SILVA

MAPA BASO - FZ. FELNA RIO VERDE

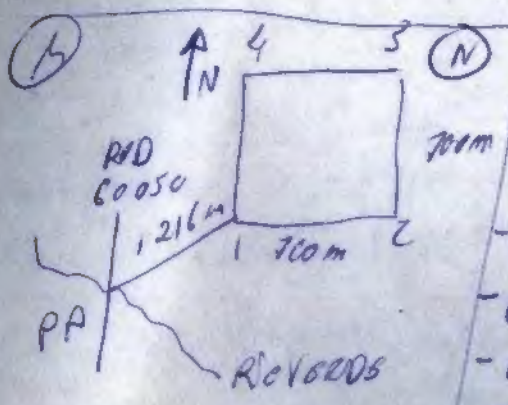
ESCOLA - 1/100.000 EXECUTOR - IBGE

(folha SE 22X-G11)

③ Ponte de Amaraçás
 ④ Ponte S/Rio Verde 18° 47' 23"
49° 37' 20"



⑤ Votor do Amaraçás / Rumo 75° 16' NE
 VA = 1216 m ÁREA 49 HECTAREAS



- * ORÇAMENTO DOS TRAB.
- Da Pesquisa
- Lev. Topográfico 3.500,00
 - Map. Geológico - 5000,00
 - Análise Química - 500,00
 - Poços / Trincheiras - 1200,00
 - Curbagem - 1200,00
 - rel. final - 2000,00